

Departamento de Ingeniería Química

PROYECTO FINAL DE CARRERA



DISEÑO Y CÁLCULO DE LA OBRA DE LLEGADA Y PRETRATAMIENTO DE UNA EDARU.

Autor: Alejandro Fuentes Santos

Tutor: Antonio Aznar Jiménez

1- INDICE.....	2
2- INTRODUCCION.....	4
3- LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS.....	5
3.1- Procedencia y contaminantes.....	5
3.2- Calidades de las aguas residuales urbanas.....	6
3.3- Parámetros empleados para caracterizar A.R.U. (Aguas Residuales Urbanas)	7
3.4- Mediciones de caudal.....	9
3.5- Sistema de alcantarillado.....	12
3.6- Población servida.....	12
3.7- Caudales de diseño.....	14
3.7.1- Caudal medio diario y caudal de diseño.....	18
3.7.2- Caudal máximo diario.....	19
3.7.3- Caudal mínimo diario.....	19
3.7.4- Caudal punta.....	20
3.8- Influencia de lluvias en caudales.....	20
4- LA DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS.....	23
4.1- Necesidad de depuración de las aguas residuales urbanas.....	23
4.2- Fundamentos básicos del tratamiento de las aguas residuales urbanas.....	23
4.2.1- Recogida y conducción.....	24
4.2.2- Tratamiento.....	24
4.2.3- Evacuación.....	24
5- PRETRATAMIENTO.....	26
5.1- Obra de llegada.....	27
5.2- Sistema de desbaste.....	30
5.2.1- Pozo de gruesos.....	31
5.2.1.1- Definición de parámetros.....	32
5.2.1.2- Datos de entrada y salida.....	34
5.2.1.3- Sistema de limpieza del pozo de gruesos.....	35
5.2.2- Rejas.....	36
5.2.2.1- Definición de parámetros.....	38
5.2.2.2- Datos de entrada y salida reja de gruesos.....	41
5.2.2.3- Datos de entrada y salida reja de finos.....	42
5.2.2.4- Sistema de limpieza de rejas.....	43
5.2.3- Tamices.....	46
5.2.3.1- Definición de parámetros.....	49
5.2.3.2- Datos de entrada y salida.....	51
5.2.4- Retirada de residuos.....	52
5.3- Desarenador y desengrasador.....	52
5.3.1- Desarenador.....	52
5.3.2- Desengrasador.....	54
5.3.3- Desarenador-desengrasador.....	54
5.3.4- Definición de parámetros del desarenador.....	59
5.3.5- Datos de entrada y salida del desarenador.....	61

5.3.6- Definición de parámetros del desengrasador.....	62
5.3.7- Datos de entrada y salida del desengrasador.....	63
6- PRESUPUESTO.....	65
6.1- Presupuesto parcial: Material.....	65
6.2- Presupuesto parcial: Obra Civil.....	65
6.3- Presupuesto general.....	66
7- CONSIDERACIONES LEGALES.....	67
7.1- Generalidades.....	67
7.2- Normativa de la Unión Europea.....	68
7.3- Directiva de la UE sobre tratamiento de aguas residuales urbanas.....	69
8- DICCIONARIO.....	80
9- ANEXO.....	81
9.1- Compuertas Serie CP.....	81
9.2- Cuchara bivalva electrohidráulica Serie CP.	84
9.3- Reja Manual Serie DM-11.....	85
9.4- Tambor rotativo Serie RMS.....	87
9.5- Clasificador de arenas hidráulico Serie CA-014.....	90
9.6- Concentrador desnatador Serie CD-015.....	93
10- BIBLIOGRAFÍA.....	96

2– INTRODUCCIÓN

La generación de aguas residuales es una consecuencia inevitable de las actividades humanas. Estas actividades modifican las características de las aguas de partida, contaminándolas e invalidando su posterior aplicación para otros usos. Así, por ejemplo, la Ley de Aguas de 1985 (y sus posteriores modificaciones) define la contaminación del agua como *“la acción y el efecto de introducir materias o formas de energía, o introducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica”*, definición coherente con la mayoría de las que se pueden encontrar en las legislaciones propias de muchos países del mundo.

Es un hecho que el vertido de aguas residuales sin depurar ocasiona daños, en ocasiones irreversibles, al medio ambiente, afectando tanto a ecosistemas acuáticos como riparios¹. Por otro lado, el vertido de aguas residuales no tratadas también supone riesgos para la salud pública. Es por esto por lo que es preciso el tratamiento de estas aguas antes de su vertido, a través de las EDARU, en las cuales se someten las aguas residuales a una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen por objeto reducir la concentración de los contaminantes y permitir el vertido de los efluentes depurados, minimizando los riesgos tanto para el medio ambiente, como para las poblaciones.

En este proyecto se mostrarán los cálculos pertinentes para un hipotético diseño de la obra de llegada y pretratamiento de una EDARU, que atiende a una población de aproximadamente 50.000 habitantes.

3-LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS

3.1- Procedencia y contaminantes

El Real Decreto-Ley 11/95 de 28 de Diciembre, que transpone la Directiva 91/271/CEE, relativa al tratamiento de las aguas residuales urbanas (ARU), establece las siguientes definiciones:

- **Aguas residuales domésticas:** son las aguas residuales procedentes de zonas de vivienda y de servicios, generadas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domesticas.
- **Aguas residuales industriales:** son todas las aguas residuales vertidas desde locales utilizados para cualquier actividad comercial o industrial, que no sean aguas residuales domesticas ni aguas de esorrentía pluvial.
- **Aguas residuales urbanas:** son las aguas residuales domesticas, o la mezcla de estas con aguas residuales industriales o con aguas de esorrentía pluvial. De los tres posibles componentes de las aguas residuales urbanas:

- Las aguas residuales domésticas siempre estarán presentes.
- La incidencia de las aguas residuales industriales dependerá del grado de industrialización, de la aglomeración, de la cantidad y de las características de los vertidos que las industrias realicen a la red de colectores municipales.
- Las aguas de esorrentía pluvial tendrán su influencia en las aglomeraciones con redes de saneamiento unitarias o no segregativas (lo más frecuente) y en los momentos en que se registren lluvias.

La procedencia de los tres posibles componentes de las aguas residuales urbanas y los principales contaminantes que estas aportan, son los siguientes:

- Aguas residuales domesticas, que están constituidas a su vez por:
 - Aguas de cocina: sólidos, materia orgánica, grasas, sales.
 - Aguas de lavadoras: detergentes, nutrientes.
 - Aguas de baño: jabones, geles, champús.
 - Aguas negras, procedentes del metabolismo humano: sólidos, materia orgánica, nutrientes, sales, organismos patógenos.
- Aguas residuales industriales: resultantes de actividades industriales que descargan sus vertidos a la red de alcantarillado municipal. Estas aguas presentan una composición muy variable dependiendo de cada tipo de industria.
- Aguas de esorrentía pluvial: en la mayoría de las ocasiones (sistemas de alcantarillados unitarios), las aguas de lluvia son recogidas por el mismo sistema de alcantarillado que se

emplea para la recogida y conducción de las aguas residuales domésticas e industriales. Las aguas de lluvia no son puras, dado que se ven afectadas por la contaminación atmosférica y por los arrastres de la suciedad depositada en viales, tejados, etc. Se caracterizan por grandes aportaciones intermitentes de caudal y por una importante contaminación en los primeros 15-30 minutos del inicio de las lluvias.

3.2- Calidades de las aguas residuales urbanas

Es importante conocer los principales contaminantes que aparecen en las aguas residuales urbanas, así como su composición y el origen de los mismos:

- **Objetos gruesos:** trozos de madera, trapos, plásticos, etc., que son arrojados a la red de alcantarillado.
- **Arenas:** bajo esta denominación se engloban las arenas propiamente dichas, gravas y partículas más o menos grandes de origen mineral u orgánico.
- **Grasas y aceites:** sustancias que al no mezclarse con el agua permanecen en su superficie dando lugar a natas. Su procedencia puede ser tanto doméstica como industrial.
- **Sólidos en suspensión:** partículas de pequeño tamaño y de naturaleza y procedencia muy variadas. Aproximadamente el 60% de los sólidos en suspensión son sedimentables y un 75% son de naturaleza orgánica.
- **Sustancias con requerimientos de oxígeno:** compuestos orgánicos e inorgánicos que se oxidan fácilmente, lo que provoca un consumo del oxígeno presente en el medio al que se vierten.
- **Nutrientes (nitrógeno y fósforo):** su presencia en las aguas es debida principalmente a detergentes y fertilizantes. Igualmente, las excretas² humanas aportan nitrógeno orgánico.
- **Agentes patógenos:** organismos (bacterias, protozoos, helmintos y virus), presentes en mayor o menor cantidad en las aguas residuales y que pueden producir o transmitir enfermedades.
- **Contaminantes emergentes o prioritarios:** los hábitos de consumo de la sociedad actual generan una serie de contaminantes que no existían anteriormente. Estas sustancias aparecen principalmente añadidas a productos de cuidado personal, productos de limpieza doméstica, productos farmacéuticos, etc. A esta serie de compuestos se les conoce bajo la denominación genérica de contaminantes emergentes o prioritarios, no eliminándose la mayoría de ellos en las plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas.

En el tratamiento convencional de las aguas residuales urbanas, la reducción del contenido en los contaminantes descritos anteriormente, suele hacerse de forma secuencial y en el orden en que estos han sido enumerados.

3.3- Parámetros empleados para caracterizar A.R.U. (Aguas Residuales Urbanas)

Para caracterizar las aguas residuales se emplea un conjunto de parámetros que sirven para cuantificar los contaminantes definidos en el apartado anterior. Los parámetros de uso más habitual son los siguientes:

- **Aceites y grasas:** es la cantidad de grasas y aceites presentes en el agua. Se pueden encontrar libres, emulsionadas y disueltas. Los dos primeros tipos son las que más influencia tienen en el tratamiento de aguas, al interaccionar tanto con los procesos biológicos (tratamiento secundario) como con la sedimentación. Hay que tener en cuenta que una sola gota de aceite puede alterar las propiedades de 25 litros de agua. El contenido en aceites y grasas presentes en un agua residual se determina mediante su extracción previa, con un disolvente apropiado y la posterior evaporación del disolvente.
- **Sólidos Totales:** es la suma de partículas en suspensión y compuestos solubilizados. La determinación de ST se realiza evaporando un volumen conocido de muestra y secando el residuo en estufa a 105 °C, hasta pesada constante, indicándose el resultado en mg/L. Esta medida nos permite conocer el contenido total de sustancias no volátiles presentes en el agua.

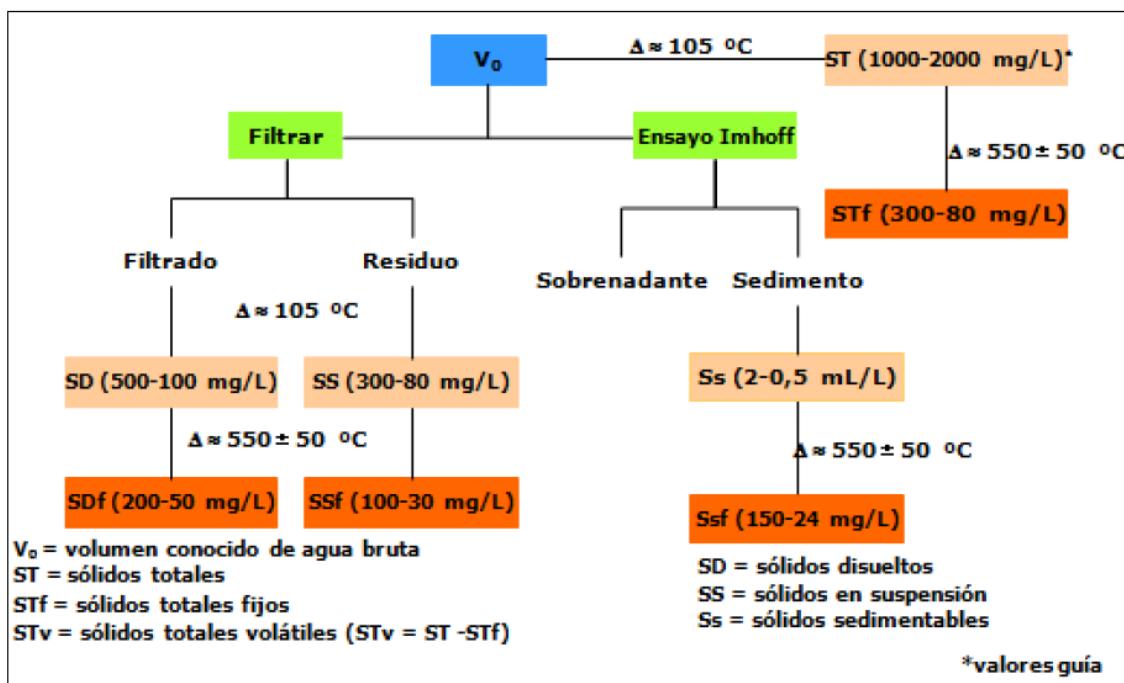


Imagen 3.1. Contenido de sólidos en el agua.

Además del contenido de sólidos totales, conviene conocer que parte de estos sólidos es sedimentable (Ss) y que otra se encuentra disuelta (SD). Los Ss se determinan por decantación (ensayo Imhoff). Los sólidos disueltos se determinan mediante filtración con un sistema de filtrado a vacío o presión, de un volumen conocido de agua bruta, denominándose como Sólidos en Suspensión (SS) el residuo seco retenido expresado en mg/L. Al residuo seco del filtrado al secarse a 105 °C, se le denomina Sólidos disueltos (SD), y se expresa también en mg/L.

Tanto los ST como los Ss, SD y SS, pueden clasificarse en volátiles (v) y fijos o no volátiles (f). Se denominan no volátiles al peso del residuo seco calcinado a $550 \pm 50^\circ\text{C}$, y está formado por la mayoría de los compuestos de origen inorgánico presentes. Los sólidos volátiles se determinan por diferencia de pesada entre la muestra sólida inicial y el peso de no volátiles, siendo un indicador de la cantidad de materia orgánica presente en esa fracción de muestra. La cantidad de SS está fuertemente influida por el tipo de orografía del terreno, régimen de lluvias, nivel de urbanización, vegetación, etc. El objetivo es que la cantidad de sólidos en suspensión en el afluente sea de 10 a 40 mg/l.

• **Sustancias con requerimiento de oxígeno:** para la cuantificación de estas sustancias los dos parámetros más utilizados son:

- **Demanda Biológica de Oxígeno a los 5 días (DBO_5):** la demanda biológica de oxígeno (DBO_5) es la cantidad de oxígeno (expresada en mg/l) que consumiría un litro del efluente a tratar, si se mantuviese durante cinco días en la oscuridad a la temperatura de 20°C y en condiciones aerobias. Da una indicación de la cantidad de materia orgánica fácilmente biodegradable³ presente en el vertido e indirectamente es una medida aproximada del oxígeno que se necesitará para biodegradarlo; pues se puede suponer que para aguas de naturaleza urbana la DBO_5 representa las $\frac{2}{3}$ partes de las necesidades totales de oxígeno para la biodegradación de la materia carbonosa presente en el agua. El objetivo es que la cantidad de DBO_5 a la salida del afluente sea de 10 a 40 mg/l.

- **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** la determinación de DBO_5 tiene dos grandes inconvenientes, su lentitud (cinco días) y que existen muchas sustancias no fácilmente biodegradables que no se evaluarían. Por todo ello, se desarrolló un método rápido y que determinará todo el carbono oxidable de una muestra, como es la demanda química de oxígeno DQO o cantidad de oxígeno consumida por los compuestos orgánicos presentes en el fluente, y se entiende como la cantidad equivalente de oxígeno (mg/l) necesaria para oxidar los componentes orgánicos del agua utilizando agentes químicos oxidantes.

-**Relación DBO_5/DQO :** indica la biodegradabilidad de las aguas residuales urbanas:

$\geq 0,4$	Aguas muy biodegradables.
$0,2 - 0,4$	Aguas biodegradables.
$\leq 0,2$	Aguas poco biodegradables.

• **Nitrógeno:** se presenta en las aguas residuales en forma de nitrógeno orgánico, amoníaco y, en menor cantidad, de nitratos y nitritos. Para su cuantificación se recurre generalmente a métodos espectrofotométricos. La espectrofotometría es el método de análisis óptico más usado en las investigaciones químicas y biológicas. El espectrofotómetro es un instrumento que permite comparar la radiación absorbida o transmitida por una solución que contiene una cantidad desconocida de soluto, y una que contiene una cantidad conocida de la misma sustancia.

• **Fósforo:** en las aguas residuales aparece principalmente como fosfatos orgánicos y polifosfatos. Al igual que las distintas formas nitrogenadas, su determinación se realiza mediante métodos espectrofotométricos.

• **Organismos patógenos:** los organismos patógenos se encuentran en las aguas residuales en muy pequeñas cantidades siendo muy difícil su aislamiento, por ello, se emplean habitualmente los coliformes⁴ como organismo indicador.

En la Tabla 3.1 se pueden ver los rangos habituales de los parámetros descritos, en las aguas residuales urbanas procedentes de grandes y medianas aglomeraciones urbanas.

Parámetro	Rango habitual
Sólidos en Suspensión (mg/l)	150-300
DBO ₅ (mg/l)	200-300
DQO (mg/l)	300-600
Nitrógeno (mg N/l)	50-75
Fósforo (mg P/l)	15-20
Grasas (mg/l)	50-100
Coliformes Totales (UFC/100ml)	10 ⁶ -10 ⁷

Tabla 3.1. Rangos habituales de los parámetros de las ARU.

3.4- Mediciones de caudal

Aunque los dispositivos que se emplean para la medición de los caudales no ejercen ningún efecto de depuración sobre las aguas residuales, juegan un papel muy importante en el global del proceso, pues permiten la determinación de los caudales de aguas a tratar y los realmente tratados. Esto posibilita, a su vez, ajustar las condiciones operativas de las distintas etapas del tratamiento, así como obtener el coste del tratamiento por unidad de volumen tratado.

El canal Parshall (ver imagen 3.2) es un medidor de flujo de lamina libre, en el cual la determinación del caudal, se lleva a cabo midiendo la pérdida de carga generada por la introducción de un estrangulamiento en la conducción; esto permite determinar el caudal de entrada conociendo la diferencia de altura de la lámina de agua entre la sección de convergencia y sección de la garganta, mediante tablas estándar, siempre y cuando se respeten las dimensiones del aforador⁵ para el que fueron realizadas. Se suelen fabricar en polipropileno y llevan incorporado una regleta y un soporte para la instalación del medidor por ultrasonidos.

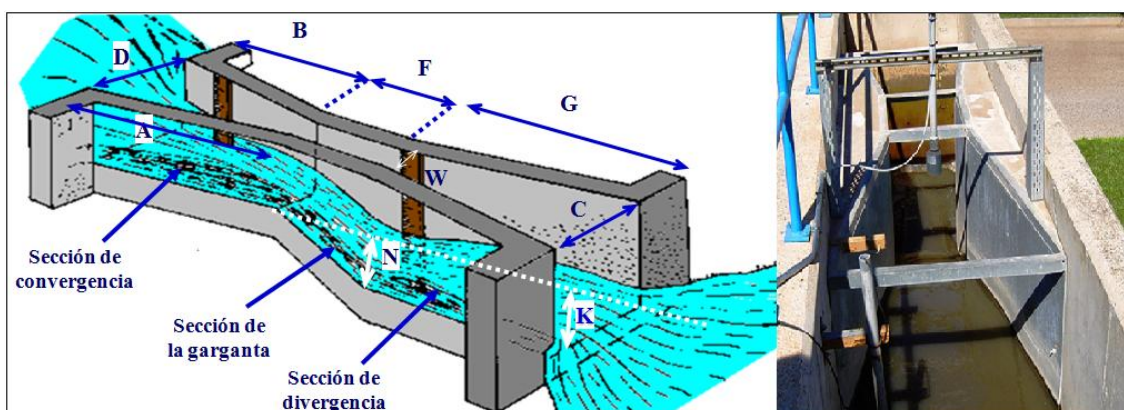


Imagen 3.2. Canal Parshall.

Q_{min} (l/s)	Q_{max} (l/s)	W (cm)	A (cm)	B (cm)	C (cm)	D (cm)	F (cm)	G (cm)	K (cm)	N (cm)
1,5	110	15,2	62,1	61,0	30,5	40,3	30,5	45,7	3,8	11,4
2,6	252	22,9	88,0	86,4	45,7	57,5	45,7	61,0	6,9	17,1
3,1	456	30,5	137,1	134,4	61,0	84,5	61,0	91,5	7,6	22,9
4,3	696	45,7	144,8	142,0	76,2	102,6	61,0	91,5	7,6	22,9
11,9	937	61,0	152,3	149,3	91,5	120,7	61,0	91,5	7,6	22,9
17,3	1426	91,5	167,7	164,2	122,0	157,2	61,0	91,5	7,6	22,9
36,8	1922	122,0	182,8	179,2	152,5	193,8	61,0	91,5	7,6	22,9
62,8	2422	152,5	198,0	194,1	183,0	230,3	61,0	91,5	7,6	22,9
74,4	2929	183,0	213,3	209,1	213,5	266,7	61,0	91,5	7,6	22,9
115,4	3440	213,5	228,6	224,0	244,0	303,0	61,0	91,5	7,6	22,9
130,7	3950	244,0	244,0	239,0	274,5	340,0	61,0	91,5	7,6	22,9
200,0	5660	305,0	274,5	260,8	366,0	475,9	91,5	122,0	14,2	34,3

Tabla 3.2. Dimensiones del canal Parshall.

Es preciso tener un flujo laminar (caudal horizontal, agua estancada sin remolinos) y no debe haber obstrucciones ni en la boca de entrada ni en la salida del canal. Antes del punto de medición, el canal tiene que extenderse por lo menos diez veces la anchura de la sección de entrada del canal. En la parte de la salida la única exigencia es que el flujo discurra libremente. Puede acoplarse un medidor por ultrasonidos (ver imagen 3.3) para registrar los datos del caudal en cada instante y enviarlos a una terminal de control. El canal Parshall suele ir ubicado a la salida del pretratamiento, ya que las aguas que salen del mismo están libres de sólidos de gran tamaño, arenas, grasas y aceites.



Imagen 3.3. Medidor de altura de la lámina de agua mediante ultrasonidos.

Las ventajas principales de un canal Parshall son:

- Opera con pérdidas de carga relativamente bajas. Para un caudal dado, la pérdida de carga es 75% más pequeña que para otros medidores, bajo las mismas condiciones de descarga libre.
- Deja pasar fácilmente sedimentos o desechos.
- No necesita condiciones especiales de acceso o una poza de amortiguación.

- El aforador es poco sensible a la velocidad de llegada.
- Se logran buenas mediciones sin sumergencia o con sumergencia moderada.
- Apropriadamente construido mantiene una precisión de $\pm 2\%$ para descarga libre y $\pm 5\%$ bajo sumergencia.
- La velocidad del flujo en el interior del aforador es lo suficientemente alta para evitar el azolve⁶.
- Es difícil alterar la medición.
- Es menos caro que el aforador de garganta larga para la misma capacidad.
- Es factible su automatización.
- Su principal desventaja es que debe construirse de acuerdo a medidas estándar, lo que dificulta y encarece su construcción.

La ubicación de los medidores de caudal tras el pretratamiento pretende minimizar los problemas asociados a obturaciones, desgastes, formación de depósitos de grasas, etc. Existen otros medidores de caudal cerrados (ver imagen 3.4) que a pesar de no ser tan cómodos como el Parshall se pueden colocar en partes de la planta en las cuales no existan problemas de obturación.



Imagen 3.4. Caudalímetro electromagnético.

3.5- Sistema de alcantarillado

Una de las instalaciones complementaria y sumamente imprescindible para el buen funcionamiento de una EDARU (Estación Depuradora de Aguas Residuales Urbanas) es el sistema de alcantarillado, encargado de aportar las aguas a tratar hasta la estación depuradora. En función del tipo de aguas que recoja los sistemas de alcantarillado pueden ser:

- Segregativos: son aquellos sistemas que poseen redes independientes de colectores para los diversos tipos de aguas que recogen (urbanas/de lluvia, de proceso/intercambiadores de calor, etc.). Están indicados para aquellos casos en que la naturaleza de las aguas recogidas es muy diferente en función del proceso del que provengan, y su separación en origen permite diseñar sistemas de depuración independientes para cada tipo de agua.
- No segregativos: son aquellos sistemas que poseen una única red de colectores donde se recogen todo tipo de aguas para su tratamiento posterior. Presentan la ventaja de la “dilución” de los contaminantes, de manera que aquellas sustancias que pueden dar problemas en el sistema de tratamiento (grasas, metales pesados, etc.) son diluidos con aguas que no los contienen; por el contrario presentan el problema de que el volumen de agua que se debe tratar es mucho mayor, pues incluye la que presenta la sustancia problema y las que no.

En el diseño de una instalación de tratamiento de aguas industriales es fundamental hacer un estudio previo de las aguas producidas (origen, caudal, composición, frecuencia, etc.) para una correcta segregación y tratamiento de las mismas.

Las aguas urbanas deberían recogerse de manera separada, como mínimo, las de origen doméstico y las de lluvia; aunque sería aconsejable que incluso las domésticas se segregasen en aguas grises (lavabo, ducha, lavadora, etc.) y negras (inodoro). La realidad es que la mayor parte de los sistemas de colectores existentes en España son de tipo no segregativo (ni siquiera en los nuevos polígonos de actuación urbanística) obligando a sobredimensionar las estaciones depuradoras.

3.6- Población servida

De forma similar a la definición de patrones para la determinación de longitudes, pesos, tiempos, etc., se ha adoptado un patrón para la medición de la contaminación biodegradable presente en las aguas residuales. Este patrón se conoce con el nombre de habitante equivalente y relaciona caudales y calidades de las aguas residuales. La Directiva 91/271/CEE define el concepto de habitante equivalente (h.e) como “la carga orgánica biodegradable con una demanda bioquímica de oxígeno de 5 días (DBO_5) de 60 g de oxígeno por día”.

El concepto de habitante equivalente, por tanto, permite comparar cargas contaminantes independientemente de su origen y naturaleza. Para calcular la población equivalente es necesario saber el caudal de aguas residuales Q generado por una aglomeración urbana según la ecuación (3.1).

$$Q = Población(personas) \cdot Consumo \left(\frac{l}{persona \cdot día} \right) \quad (3.1)$$

Para poder calcular el caudal Q correctamente, es importante evaluar las industrias, instituciones y servicios de que va a estar dotada la zona a la que de servicio la EDARU, pues pueden influir en gran manera en los cálculos de diseño; en este caso consideraremos que no hay vertidos de industrias que lleguen a la EDARU, únicamente tendremos en cuenta vertidos domésticos y pluviales.

Uno de los datos importantes a tener en cuenta en el cálculo de una EDARU a parte de la población a la que va a dar servicio (50.000 personas), es la previsión de crecimiento para los próximos años. Nuestra instalación tendrá un horizonte de 15-25 años de vida útil. Cuando no se tienen datos estadísticos para poder prever la población futura, como es este caso, se puede hacer una aproximación extrapolando, a partir de la población actual (P_0), la población previsible dentro de “t” años aplicando la ecuación (3.2), donde el coeficiente “ α ” es el aumento anual de población. Este coeficiente puede fluctuar en función de la tasa de crecimiento de población entre 0,00 (para poblaciones totalmente estabilizadas) y 0,02 (para poblaciones de muy alto índice de crecimiento). Utilizaremos un valor de 0,012 (tasa de crecimiento del 1,2% anual) como valor tentativo al no tener otros datos de referencia.

$$P_t = P_0(1 + \alpha)^t = 50.000(1 + 0,012)^{25} = 67.372,5 \text{ personas} \quad (3.2)$$

Además del número de habitantes censados en la población para la que se diseña la EDARU y de otras fuentes de aporte de contaminación como son las ya mencionadas instituciones, servicios e industrias que se prevea instalar, en muchos casos es imprescindible tener en cuenta la población transeúnte, es decir, aquella que aunque no tenga su residencia en la zona de influencia de la EDARU, sin embargo va a verter una cantidad considerable de agua al sistema de alcantarillado. Entre esta población no fija se encuentra la población estacional (turistas, segunda residencia, etc.) y la que efectúa una parte importante de su actividad en dicha zona (trabajadores de las industrias y servicios, servicios mancomunados, etc.), pues pueden producir una alteración importante al cálculo de la instalación. Para la EDARU que estamos planteando, multiplicaremos la población obtenida en la ecuación (3.2) por un factor de un 15%, obteniendo una población de 77.478 personas. Una vez calculada la población a 25 años y la población transeúnte ya podemos obtener el caudal según la ecuación anterior (3.1).

$$Q = 77.478 \text{ personas} \cdot 300 \left(\frac{1}{\text{persona} \cdot \text{día}} \right) = 23.243.520 \left(\frac{1}{\text{día}} \right) = 23.244 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right)$$

Al tratarse de una población de 77.478 personas, el consumo correspondiente es de 300 litros según la Tabla 3.4. Una vez conocido el valor del caudal de aguas residuales Q, podemos calcular la población equivalente según la ecuación (3.3).

$$P = \left(\frac{Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right) \cdot \text{DBO}_5 \left(\frac{\text{g}}{\text{m}^3} \right)}{60 \left(\frac{\text{g}}{\text{he}} \cdot \text{día} \right)} \right) \quad (3.3)$$

$$P = \left(\frac{23.244 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right) \cdot 200 \left(\frac{\text{g}}{\text{m}^3} \right)}{60 \left(\frac{\text{g}}{\text{he}} \cdot \text{día} \right)} \right) = 77.478 \text{ he}$$

El valor de DBO_5 para una población de 77.478 personas según la Tabla 3.1 es de 200 g/m^3 ya que se trata de una población pequeña y sin sector industrial. El valor de carga

contaminante dado por el número de habitantes equivalentes incluye tanto la contaminación debida a los vertidos domésticos de las personas cuyas aguas residuales son canalizadas por el sistema de alcantarillado hasta la EDARU; como la carga de materia orgánica aportada por las industrias, instituciones y servicios (talleres, colegios, hospitales, hoteles, etc.) que viertan a dicho sistema de alcantarillado.

3.7- Caudales de diseño

La cantidad de aguas residuales que se genera en una aglomeración urbana está en proporción directa con el consumo de agua de abastecimiento, y este consumo viene relacionado con el grado de desarrollo económico y social, puesto que un mayor desarrollo trae consigo un mayor y más diverso uso del agua en las actividades humanas. Entre los factores que influyen en la cantidad de aguas residuales que se genera en una aglomeración urbana destacan el consumo de agua de abastecimiento, la pluviometría (en el caso de redes de saneamiento unitarias), las pérdidas, que pueden deberse a fugas en los colectores o a que parte de las aguas consumidas no llegan a la red de alcantarillado (como por ejemplo el riego de jardines) y las ganancias, por vertidos a la red de alcantarillado o por intrusiones de otras aguas en la red de colectores.

El conocimiento de los caudales y características de las aguas residuales generadas en las aglomeraciones urbanas es básico para el correcto diseño de los sistemas de recogida, tratamiento y evacuación de las mismas. Las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas (EDARU), deben concebirse para poder hacer frente a las variaciones diarias de caudal y carga que experimentan estas aguas.

Las necesidades medias de aporte de agua a una población se pueden estimar a partir de la población prevista fija y flotante, así como de las dotaciones que se vayan a construir (hospitales, centros educativos, etc.). Para este tipo de cálculo nos podemos ayudar de los valores recogidos en la tabla 3.3, (siempre que se disponga de los datos necesarios), de manera que el consumo medio se obtiene como suma de los consumos debidos a cada una de las unidades descritas, multiplicada por el número de esas unidades que se prevé que haya. En caso de que la estación depuradora deba recoger también aguas de origen industrial, se incrementará el valor obtenido en el número de habitantes equivalentes previstos para cada industria a la que se deba dar servicio. Es importante hacer notar que los valores tabulados suelen ser indicativos de poblaciones pertenecientes a países desarrollados muy urbanizados por lo que su utilización en países en vías de desarrollo o zonas rurales debe hacerse con grandes precauciones, pues los valores obtenidos estarán fuertemente sobreestimados.

Establecimiento	Unidad	Caudal (L/día/unid.)		
		Alto	Medio	Bajo
Residencial				
Vivienda en bloque urbana	Persona	300	200	150
Vivienda unifamiliar sin jardín	Persona	225	165	120
Vivienda unifamiliar con jardín	Persona	600	450	250
Vivienda rural aislada	Persona	100	75	60
Hotel	Huésped	600	450	250
Pensión	Huésped	220	200	150
Motel de carretera	Huésped	600	500	400
Asilo	Residente	450	340	200
Prisión	Recluso	570	450	300
Cuartel	Persona	500	400	300
Docente y religioso				
Escuela	Alumno	40	20	15
Escuela con comedor	Alumno	150	100	90
Escuela con internado	Alumno	285	155	100
Edificio universitario con cafetería	Alumno	130	75	48
Iglesia	Plaza	-	10	-
Administrativo y comercial				
Edificio de oficinas	Trabajador	100	60	40
Administración publica	Trabajador	120	80	50
Centro comercial	Trabajador	300	230	150
Pequeño comercio	Trabajador	150	100	70
Lavandería	Máquina	3000	2000	1000
Comisaría	Funcionario	90	60	40
Ocio, cultura y deporte				
Restaurante	Plaza	220	180	120
Restaurante comida rápida	Cliente	30	20	10
Cafetería	Plaza	-	75	-
Teatro o cine	Plaza	12	10	6
Instalación deportiva	Plaza	500	350	155
Camping	Plaza	350	200	60
Sanidad				
Hospital	Cama	1500	800	700
Hospital	Persona	600	450	300
Transporte				
Aeropuerto	Pasajero	30	20	15
Estación de tren	Pasajero	20	15	12
Área de servicio	Plaza	1325	800	570
Estación de servicio	Surtidor	2200	1890	1800

Tabla 3.3. Consumos por establecimiento.

En nuestro caso, al no disponer de datos suficientes sobre hospitales, centros educativos y otros establecimientos nos hemos basado en los datos de la tabla 3.3, en la cual, según las instrucciones para la redacción de proyectos de abastecimiento y saneamiento del agua, dictadas en el contexto geográfico español por el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (MOPTMA), se establecen las dotaciones de abastecimiento para los distintos rangos poblacionales.

Población (habitantes)	Consumos urbanos en litros por habitante y día, según usos				
	Doméstico	Industrial	Servicios municipales	Fugas de redes y varios	TOTAL
hasta 1000	60	5	10	25	100
1000-6000	70	30	25	25	150
6000-12000	90	50	35	25	200
12000-50000	110	70	45	25	250
50000-250000	125	100	50	25	300
Más de 250000	165	150	60	25	400

Tabla 3.4. Consumos urbanos según usos.

En la práctica, entre el 60 y el 85% del agua de abastecimiento consumida se transforma en aguas residuales, dependiendo este porcentaje del consumo de agua en actividades particulares como el riego de zonas verdes, de la existencia de fugas, del empleo del agua en procesos productivos, etc.

Como consecuencia de las características y variaciones en las descargas de las aguas residuales a la red de saneamiento, del tipo de alcantarillado usado, de las diferencias en las costumbres de la comunidad aportante, del régimen de operación de las industrias servidas, del clima, etc., los caudales de las aguas residuales oscilan durante el año, cambian de un día a otro y fluctúan de una hora a otra.

Los caudales de aguas residuales siguen una variación diaria, que es fiel reflejo de la actividad de la población del lugar (ver imagen 3.5). Por lo general, las curvas que representan las oscilaciones diarias del caudal de aguas residuales que llega a las estaciones de tratamiento son similares a las curvas de consumo de agua de abastecimiento, pero con un cierto retraso, como consecuencia del discurrir de las aguas por las conducciones de saneamiento, y que será tanto mayor cuanto más lejos se encuentre la EDARU de la aglomeración urbana a la que da servicio.

Durante la noche y primeras horas del día, en las que los consumos de agua son mínimos, también son mínimos los caudales de aguas residuales, estando estos caudales compuestos fundamentalmente por aguas infiltradas y por pequeñas cantidades de aguas residuales domesticas. La primera punta de caudal se alcanza cuando llega a la estación depuradora el agua correspondiente al consumo punta, aproximadamente a media mañana. La segunda punta de caudal suele tener lugar a últimas horas de la tarde, entre las 19 y las 21 horas.

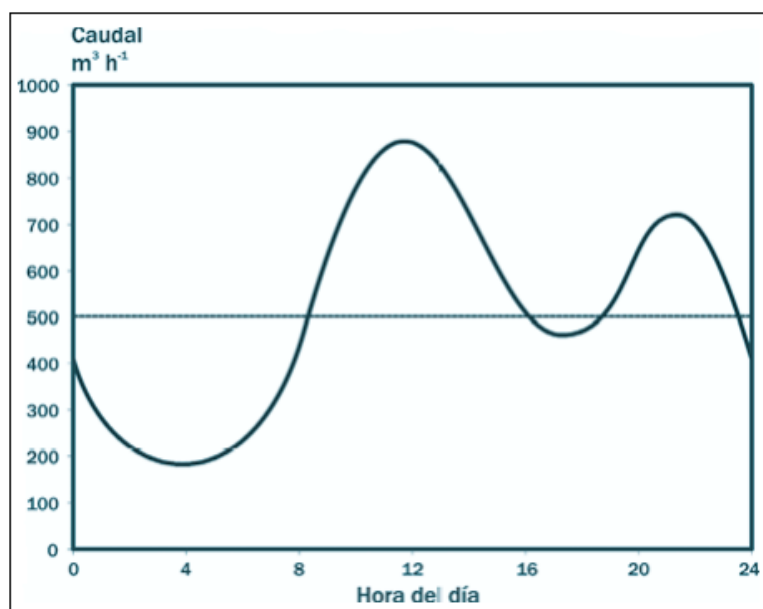


Imagen 3.5. Evolución diaria de los caudales de aguas residuales urbanas.

La evolución diaria del caudal de aguas residuales urbanas presenta un comportamiento similar al de la demanda de energía eléctrica, dado que ambos son reflejo de las actividades humanas que se van desarrollando a lo largo del día (ver imagen 3.6).

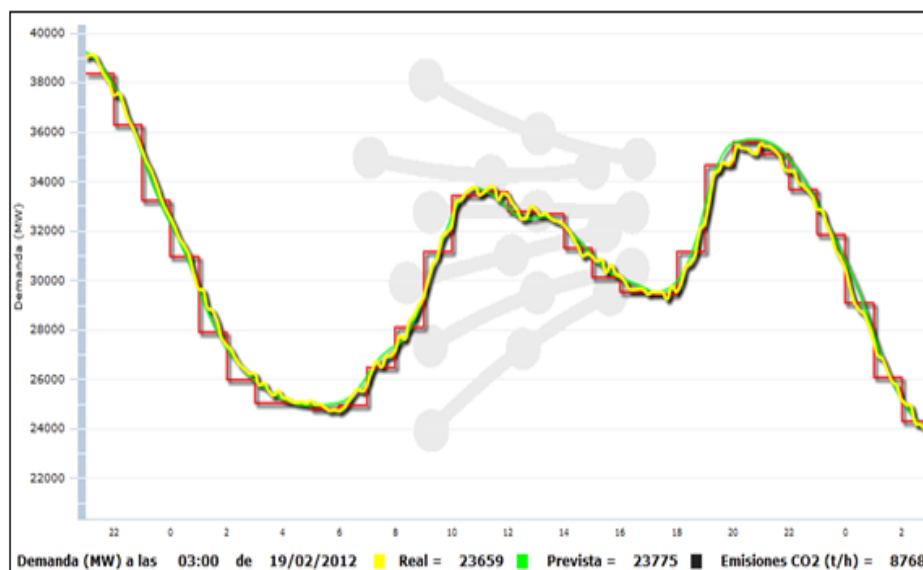


Imagen 3.6. Evolución diaria del consumo de energía eléctrica.

Los datos de consumo medio para cada franja horaria durante la semana (ver imagen 3.7), nos permite observar los hábitos de uso, que suelen estar relacionados con el mayor o menor nivel de actividad industrial, así como con la existencia de segunda vivienda, días de mercado, etc.

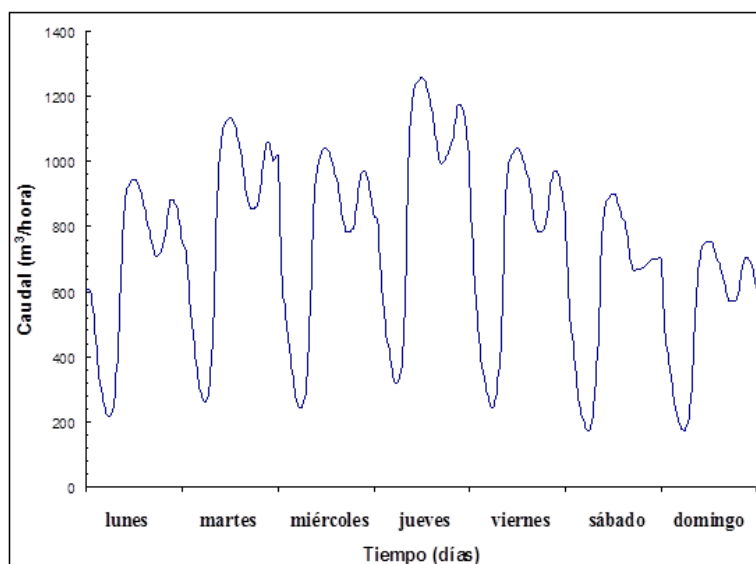


Imagen 3.7. Evolución semanal de los caudales de aguas residuales urbanas.

La representación de los caudales diarios a lo largo del año (ver imagen 3.8), nos permite determinar el caudal medio diario, máximo diario y mínimo diario.

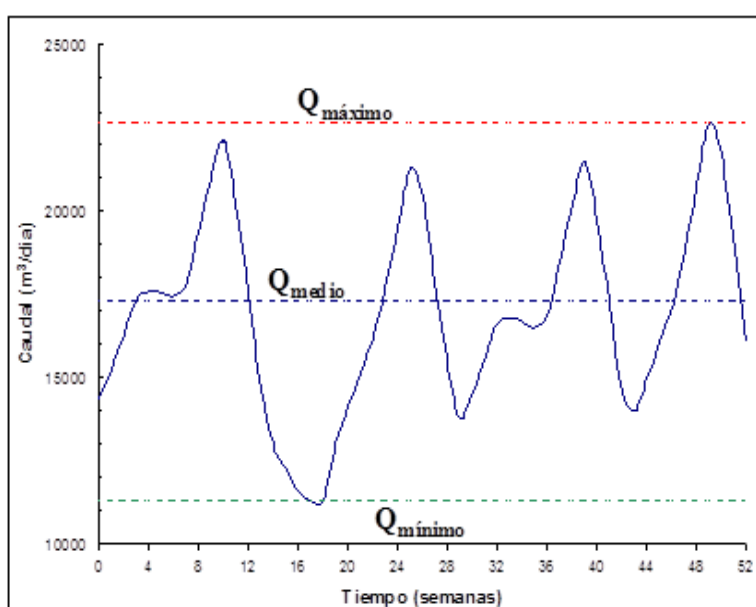


Imagen3.8. Evolución anual de los caudales de aguas residuales urbanas.

3.7.1- Caudal medio diario y caudal de diseño

El caudal medio diario (Q_m) o dotación es el valor medio de caudal diario ($m^3/día$) de aguas negras (suma de aguas urbanas más industriales asimilables a urbanas) obtenido como media anual. El caudal medio diario es el parámetro de caudal en función del cual se diseña la capacidad de la estación de depuración. Se puede calcular a partir de series estadísticas de datos, o a partir del caudal de agua suministrado multiplicando la población servida (P) por el consumo previsto por habitante y día (D) como se indica en la ecuación (3.4).

$$Q_m = \left(\frac{P(he) \cdot D \left(\frac{l}{he \cdot día} \right)}{1.000 \left(\frac{l}{m^3} \right)} \right) \quad (3.4)$$

$$Q_m = \frac{77.478 he \cdot 300 \left(\frac{l}{he \cdot día} \right)}{1.000 \left(\frac{l}{m^3} \right)} = 23.243 \left(\frac{m^3}{día} \right)$$

En caso de diseñar la estación depuradora en función de los volúmenes servidos y no de los volúmenes vertidos, hay que tener en cuenta cómo se explica anteriormente, que parte de ese caudal de agua no llega a la EDARU debido a pérdidas tanto en la red de suministro como en la de recogida de aguas servidas, o por su empleo en actividades no registradas (generalmente riego de parques y jardines).

Estas pérdidas pueden fluctuar entre el 15 y el 25% en función de la antigüedad de la red y del mantenimiento de la misma; de manera que el caudal a tratar se calcula en función de la población servida, el consumo medio por habitante y un coeficiente “k” que suele tomar el valor de 0,8 como indica la ecuación (3.5).

$$Q_m = k \cdot Q_{servido} = 0,8 \cdot 23.243 = 18.595 \left(\frac{m^3}{día} \right) \quad (3.5)$$

En los cálculos que se realizarán posteriormente, se utilizará el **caudal de diseño**, que no es más que el caudal medio diario (Q_m), expresado en (m^3/h) en vez de ($m^3/día$).

$$Q_{diseño} = \frac{Q_m}{24h} = \frac{18.595}{24} = 774,78 \left(\frac{m^3}{h} \right) \quad (3.6)$$

3.7.2- Caudal máximo diario

El caudal máximo diario ($Q_{máx}$) es el valor máximo de caudal diario que accede a la EDARU, obtenido a partir de las series estadísticas de datos y expresado en $m^3/día$ o en m^3/h . Se suele utilizar para el dimensionado de aquellas unidades que tienen tiempos de retención hidráulica altos como son las balsas de homogeneización y las de aireación prolongada. Puede estimarse a partir del caudal medio diario mayorándolo entre el cincuenta y el ciento cincuenta por ciento; denominándose coeficiente punta (k_p) a la relación entre ambos caudales y siendo mayor su valor cuanto más pequeña sea la planta. En la ecuación (3.7), k_p puede tomar un valor comprendido entre 1,5 y 2,5. En nuestro caso, al tratarse de un sistema no segregativo el factor será de 1,8.

$$Q_{máx} = k_p \cdot Q_m = 1,8 \cdot 18.595 = 33.471 \left(\frac{m^3}{día} \right) = 1.395 \left(\frac{m^3}{h} \right) \quad (3.7)$$

3.7.3- Caudal mínimo diario

El caudal mínimo diario ($Q_{mín}$) es el valor mínimo de caudal diario expresado en $m^3/día$ o en m^3/h y ligado normalmente a periodos de sequía. Es un dato importante para el funcionamiento de las estaciones de bombeo. Dado que, sobre todo al principio, se suele trabajar con caudales inferiores a los proyectados y se pueden producir retenciones de residuos en las conducciones, pozos y arquetas, así como de ciertos elementos que funcionen en vacío, bombas, sistemas de agitación, etc. con lo que podrían sufrir deterioros. Se obtiene a partir de

las series estadísticas de datos o en su defecto en función del caudal medio diario y del tamaño de la población (entre el 30% y el 50%). Donde k es un valor comprendido entre 0,3 y 0,5.

$$Q_{min} = k \cdot Q_m = 0,3 \cdot 18.595 = 5579 \left(\frac{m^3}{día} \right) = 232,4 \left(\frac{m^3}{h} \right) \quad (3.8)$$

3.7.4- Caudal punta

El caudal punta (Q_p) es el caudal hidráulico máximo que puede admitir la planta. Se emplea para el cálculo de los pretratamientos (desbaste, desarenador, desengrasador, etc.) conducciones, bombeos, tanques de sedimentación, cloración y sistemas de medida. Como primera aproximación se puede considerar el Q_p como tres veces el Q_m en el caso de sistemas de saneamiento segregativos o en el de los no segregativos durante épocas secas; mientras que se debe tomar como cinco veces en el caso de sistemas no segregativos en tiempo de lluvias.

$$Q_p = k \cdot Q_m = 3 \cdot 18.595 = 92.975 \left(\frac{m^3}{día} \right) = 3.874 \left(\frac{m^3}{h} \right) \quad (3.9)$$

3.8- Influencia de lluvias en caudales

Las aguas pluviales pueden representar un incremento importante sobre el caudal que accede a la EDARU en un momento dado; de forma que en caso de lluvias torrenciales, muy características de climas mediterráneos, se llega a superar el caudal máximo de diseño de la mayor parte de las unidades de tratamiento de que se compone la planta.

Las aguas blancas o de lluvia son las debidas a los fenómenos de escorrentía superficial, así como la proveniente de los drenajes naturales o forzados. El tipo de contaminantes que transporta son los que el agua de lluvia ha podido captar de la atmósfera, restos de la actividad humana como son los residuos que se abandonan en la vía pública y que son arrastrados al sistema de colectores. También transporta restos de las emisiones de los vehículos, arenas, restos vegetales, biocidas, abonos, etc. Por último hay que tener en cuenta los aportes a las mismas desde pozos negros, sistemas de alcantarillado, etc.

Este tipo de aporte puntual de caudal presenta varias cuestiones características:

- Existe un cierto desfase temporal entre el comienzo de la precipitación y su llegada a la EDARU. Este retardo es debido, entre otros factores, a la longitud del sistema de recogida de aguas, siendo mayor cuanto mayor es este sistema (ver imagen 3.9).
- El aumento de caudal debido a la precipitación se alarga en el tiempo, una vez que ha cesado esta, debido fundamentalmente a la infiltración desde el terreno al sistema de alcantarillado.

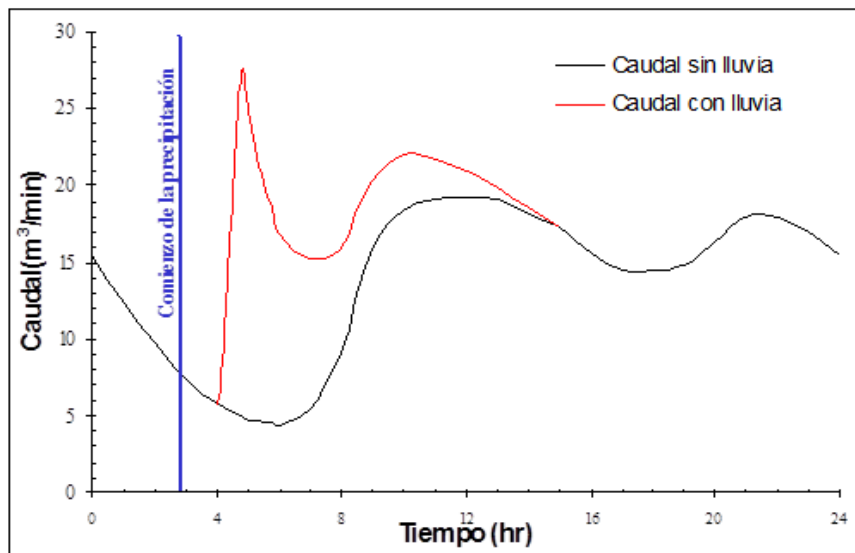


Imagen 3.9. Variación horaria del caudal a una EDAR en condiciones normales y de tormenta.

- La concentración de contaminantes que arrastra el agua de lluvia suele ser alta durante los primeros momentos de la misma, equivalente a la de las aguas domésticas, disminuyendo con el tiempo (ver imagen 3.10) y estabilizándose al cabo de poco tiempo de comenzada la precipitación.

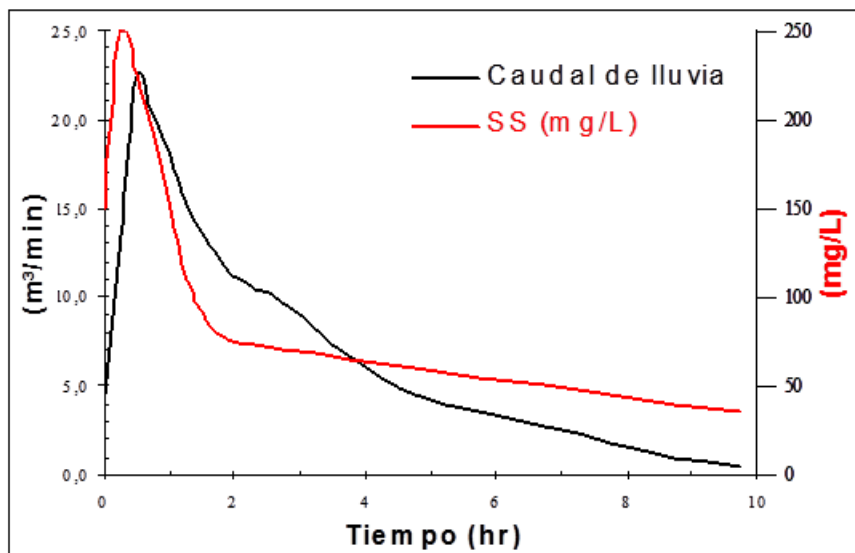


Imagen 3.10. Variación del caudal y concentración en sólidos en suspensión en el agua de lluvia en función del tiempo.

Para prevenir la contaminación de los cauces receptores ocasionada por el desbordamiento de los sistemas colectores unitarios por las aguas de tormenta, se comienzan a acometer actuaciones con un abanico de posibilidades complementarias:

- Implantación de aliviaderos con una relación de dilución más elevada.

- Instalación de equipos de desbaste en el vertido de los aliviaderos, al objeto de separar y retirar los elementos gruesos.
- Construcción de balsas o depósitos de tormentas para almacenar y regular la incorporación de los caudales excepcionales a las instalaciones de tratamiento primario de las depuradoras.

4-LA DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS

4.1- Necesidad de depuración de las aguas residuales urbanas

El vertido de aguas residuales urbanas sin depurar ejerce sobre los cauces receptores toda una serie de efectos negativos, de entre los que cabe destacar:

- **Aparición de fangos y flotantes.** La fracción sedimentable de los sólidos en suspensión origina sedimentos en el fondo de los cauces. Además, la fracción no sedimentable da lugar a la acumulación de grandes cantidades de sólidos en la superficie y/o en las orillas de los cauces receptores formando capas de flotantes. Los depósitos de fangos y flotantes no solo provocan un desagradable impacto visual, sino que, debido al carácter reductor de la materia orgánica, se puede llegar a provocar el agotamiento del oxígeno disuelto presente en las aguas y originar el desprendimiento de malos olores.
- **Agotamiento del contenido de oxígeno presente en las aguas.** Los componentes de las aguas residuales fácilmente oxidables comenzaran a ser degradados vía aerobia por la flora bacteriana de las aguas del cauce, con el consiguiente consumo de parte del oxígeno disuelto en la masa líquida. Si este consumo es excesivo, el contenido en oxígeno disuelto descenderá por debajo de los valores mínimos necesarios para el desarrollo de la vida acuática. Consumido el oxígeno disponible, los procesos de degradación vía anaerobia generaran olores desagradables, al liberarse gases que son los causantes de estos olores.
- **Aportes excesivos de nutrientes.** Las aguas residuales contienen nutrientes (N y P principalmente) causantes del crecimiento descontrolado de algas y otras plantas en los cauces receptores (eutrofización⁷). Este crecimiento excesivo de biomasa puede llegar a impedir el empleo de estas aguas para usos domésticos e industriales.
- **Daños a la salud pública.** Los vertidos de aguas residuales sin tratar a cauces públicos pueden fomentar la propagación de organismos patógenos para el ser humano (virus, bacterias, protozoos y helmintos). Entre las enfermedades que pueden propagarse a través de las aguas contaminadas por los vertidos de aguas residuales urbanas, destacan: el tifus, el cólera, la disentería y la hepatitis A.

Las estaciones depuradoras van a eliminar una elevada proporción de los contaminantes presentes en las aguas residuales, vertiendo efluentes depurados, que puedan ser asimilados de forma natural por los cauces receptores. Puede, por tanto, considerarse a las estaciones de tratamiento como un “complemento artificial” de los procesos naturales que se dan en las masas acuáticas al haberse sobrepasado ampliamente su capacidad de autodepuración.

4.2- Fundamentos básicos del tratamiento de las aguas residuales urbanas

Las instalaciones para el tratamiento de las aguas residuales urbanas constan de tres elementos principales:

- **Recogida y conducción** de las aguas residuales hasta la estación de tratamiento.
- **Tratamiento** propiamente dicho de las aguas residuales.
- **Evacuación** de los productos resultantes del tratamiento: efluentes depurados y lodos.

4.2.1- Recogida y conducción

La recogida y conducción de las aguas residuales desde donde se generan hasta la estación depuradora se realiza a través de una compleja red de tuberías (alcantarillado, colectores). Dependiendo de la topografía, las aguas discurrirán por gravedad o será necesario recurrir a su bombeo.

Normalmente, los sistemas de recogida son unitarios (o no segregativos). Es decir, la red de saneamiento recoge tanto las aguas residuales, como las de lluvia. En otros casos, aunque aún en baja proporción, los colectores que llegan a la estación de tratamiento transportan tan solo aguas residuales, mientras que las aguas de lluvia se recogen en colectores independientes, denominados sistemas separativos (o segregativos).

Con el objetivo de que a la estación depuradora no llegue más caudal del proyectado, en los colectores y/o en las obras de llegada a las EDARU se instalan aliviaderos, que permiten derivar los excesos de caudal. Esta situación tiene lugar principalmente en periodos en los que se registran fuertes lluvias.

Igualmente, para poder derivar todo el agua residual antes de su entrada a la depuradora, en caso de problemas de funcionamiento, se instala a la llegada de los vertidos un “bypass” general. También, se disponen bypass parciales detrás de cada etapa del tratamiento de las aguas, para poder proceder al vertido de los efluentes de estas etapas sin pasar por la fase siguiente, en caso de que se registren incidentes operativos. Estos bypass suelen descargar en una misma línea, junto con el bypass general y los efluentes depurados.

4.2.2- Tratamiento

El tratamiento de las aguas residuales consta de un conjunto de operaciones físicas, biológicas y químicas, que persiguen eliminar la mayor cantidad posible de contaminantes antes de su vertido, de forma que los niveles de contaminación que queden en los efluentes tratados cumplan los límites legales existentes y puedan ser asimilados de forma natural por los cauces receptores. En las depuradoras convencionales de aguas residuales se distinguen dos líneas de tratamiento:

- **Línea de agua:** incluye los procesos o tratamientos que permiten reducir los contaminantes presentes en las aguas residuales.
- **Línea de lodos:** en ella se tratan la mayor parte de los subproductos que se originan en la línea de agua.

4.2.3- Evacuación

En una estación depuradora, la corriente entrante (aguas residuales urbanas), como consecuencia de los procesos de tratamiento a que se ve sometida, se transforma en dos corrientes salientes (efluentes depurados y lodos). Con la evacuación de ambas corrientes se da por finalizado el tratamiento de las aguas residuales urbanas. Los efluentes depurados, si han alcanzado el grado de tratamiento requerido en cada caso, pueden ser vertidos a los cauces próximos a la estación depuradora. No obstante, y cada vez con mayor frecuencia, los efluentes

depurados se destinan a otros usos como la reutilización en riego agrícola, refrigeración industrial, usos recreativos, recarga de acuíferos, etc.

En mayo de 2006, el Ministerio de Medio Ambiente del Gobierno de España redactó el “Proyecto de Real Decreto por el que se establecen las condiciones básicas para la reutilización de las aguas depuradas y se modifica parcialmente el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por Real Decreto 849/1986 de 11 de abril”, en la que se recogen los criterios fisicoquímicos y biológicos que deben cumplir las aguas residuales depuradas para su reutilización en los diferentes usos (urbanos, agrícolas, industriales, recreativos y ambientales).

En el caso de los lodos, como alternativas a su descarga en vertederos, debe contemplarse su uso agrícola y su incineración como otros posibles destinos. Hoy en día, comienza a emplearse el término biosólidos para denominar a los lodos procedentes de las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas. Si bien en el pasado el objetivo básico del tratamiento de las aguas residuales se centraba en la eliminación de sólidos en suspensión, materia orgánica y organismos patógenos, cada vez toma más importancia la eliminación de nutrientes, de compuestos tóxicos y la reutilización de los efluentes depurados.

Las tendencias actuales en el tratamiento de las aguas residuales se orientan a:

- Incrementar la fiabilidad de funcionamiento de las instalaciones de depuración.
- Aumentar el grado de automatización de las instalaciones.
- Potenciar la reutilización de los efluentes depurados.
- Potenciar el empleo de los lodos generados en el proceso de tratamiento.
- Potenciar la recuperación energética.
- Minimizar los impactos olfativos.

5-PRETRATAMIENTO

Las aguas residuales antes de su tratamiento, propiamente dicho, se someten a un pretratamiento (ver imagen 5.1). El pretratamiento es el conjunto de operaciones, fundamentalmente de tipo físico y mecánico, que permite eliminar sólidos de gran tamaño, arenas, gravas, grasas y aceites, que puedan dar problemas en las etapas posteriores, produciendo Residuos Sólidos Urbanos (RSU's), lodos contaminados y un efluente parcialmente descontaminado que será objeto de tratamiento por el resto de las unidades de proceso de la EDARU, mejorando su rendimiento. El correcto diseño y posterior mantenimiento de la etapa de pretratamiento son aspectos de gran importancia, pues cualquier deficiencia en los mismos repercutirá negativamente en el resto de las instalaciones originando obstrucciones de tuberías, válvulas y bombas, desgaste de equipos, formación de costras, etc.

El conjunto de operaciones que conforman el pretratamiento está constituido por:

- **La obra de llegada:** son el conjunto de instalaciones donde desagua el colector de aporte de las aguas a tratar por la EDARU, que llegan desde la red de saneamiento de la ciudad, así como los elementos reguladores del caudal (aliviaderos, by-pass, compuertas y vertederos) y los retornos de aguas no tratadas de otras unidades.
- **Sistema de desbaste:** son las operaciones encaminadas a la eliminación de sólidos de gran tamaño, el sistema de desbaste está compuesto por el pozo de gruesos, las rejas (que se dividen en gruesas, medias y finas) y por último los tamices.
- **Sistemas de bombeo e impulsión:** son los sistemas necesarios para alcanzar la diferencia de cota con respecto al desagüe final de la Estación Depuradora de Aguas Residuales Urbanas (EDARU), de manera que la línea piezométrica⁸ de la misma sea suficiente para que el resto de la instalación funcione sin sistemas de impulsión del agua a tratar. En el pretratamiento de esta EDARU consideramos que la cota es suficiente durante toda la instalación como para no ser necesaria la utilización de estos sistemas de bombeo e impulsión.
- **Desarenador y desengrasador:** son sistemas que, basándose en la separación por diferencia de densidades, permiten eliminar la mayor parte de las arenas y grasas que transportan las aguas residuales.

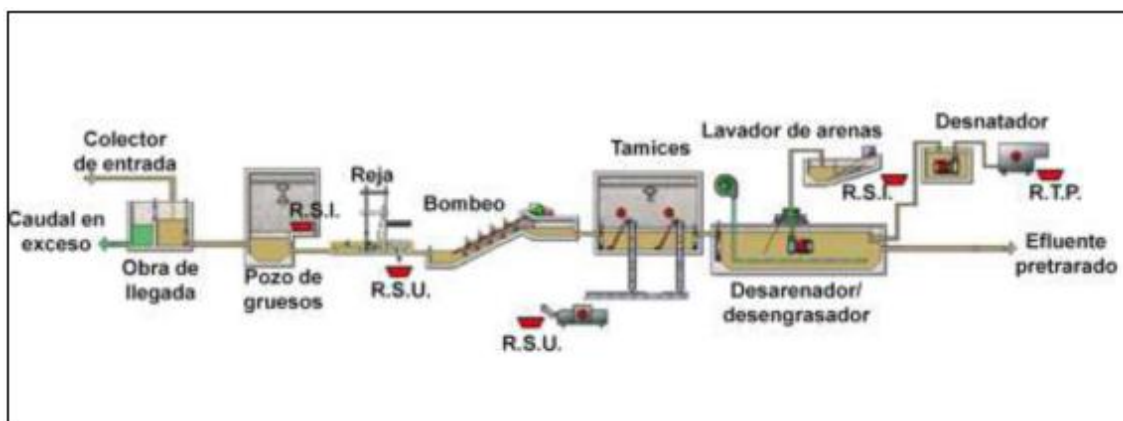


Imagen 5.1. Esquema del pretratamiento de una EDARU.

5.1- Obra de llegada

El entronque⁹ entre el sistema de alcantarillado de la ciudad y la obra de llegada, se realizará por medio de un colector (ver imagen 5.2) que tendrá unas dimensiones de 1 metro de diámetro para asegurar que no se produzca un embotellamiento a la entrada. Este sistema colector que recoge las aguas de la ciudad dirigiéndolas hacia la EDARU, es de tipo no segregativo, de manera que mezcla las aguas urbanas (fundamentalmente domésticas) con las de lluvia. Este colector desemboca en un canal abierto como se muestra en la imagen 5.3.



Imagen 5.2. Colector de entronque entre el sistema de alcantarillado de la ciudad y la EDARU.



Imagen 5.3. Canal abierto de la obra de llegada a la EDARU.

Uno de los sistemas auxiliares imprescindibles en toda estación depuradora es el sistema de regulación de caudal. Las unidades de proceso de depuración, están dimensionadas para un cierto intervalo de caudal, de manera que si la cantidad de agua que entra en el sistema es superior o inferior a este valor, los rendimientos del mismo sufren una drástica disminución pudiendo, incluso llegar a anularse la capacidad de tratamiento de dicha unidad. En una EDARU nos podemos encontrar compuertas y vertederos, los cuales consisten en un elemento, que puede ser fijo o móvil (tablero) que se interpone en el desplazamiento del fluido modificando la sección útil del canal.

- En las compuertas el tablero permite el paso por el fondo del canal, funcionando hidráulicamente como corriente sumergida (ver imagen 5.4A).
- En los vertederos el tablero permite el paso por la lámina de agua, funcionando hidráulicamente como corriente libre (ver imagen 5.4B).

El movimiento del tablero puede ser manual, eléctrico o hidráulico, con accionamiento manual o automático.

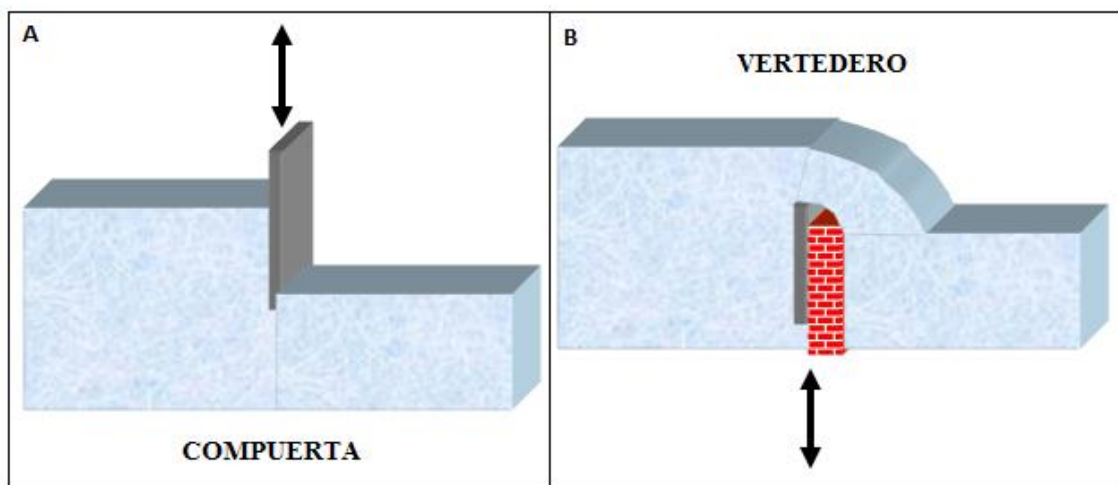


Imagen 5.4. Sistema de compuerta y de vertedero.

La obra de llegada de esta EDARU está diseñada con un vertedero de tormentas o también llamado aliviadero lateral (ver imagen 5.5), de manera que cuando el caudal de ingreso en la planta supere el caudal punta, debido a una afluencia muy superior a la que pueden tratar las instalaciones y para evitar que las diversas unidades de proceso funcionen mal o incluso queden dañadas, el agua en exceso derive por este. El funcionamiento de este tipo de vertederos se basa en la existencia de una zona del canal de entrada donde la altura del paramento lateral es menor que en el resto, de manera que cuando el caudal (volumen de agua por unidad de tiempo) es mayor de un cierto valor, el agua en exceso rebosa por el vertedero de tormentas yendo al canal auxiliar, el cual puede comunicar con otra EDARU, con el exterior de la planta, o bien con alguna balsa de homogeneización (estanque de tormentas) donde el agua se almacena hasta que pueda ser tratada. En nuestro caso el canal auxiliar conducirá directamente al exterior de la planta.



Imagen 5.5. Vista del aliviadero lateral (zona izquierda de la imagen).

La obra de llegada de la EDARU estará dotada de un sistema de dos compuertas (la compuerta de acceso al sistema de pretratamiento y la compuerta de by-pass), ambas de accionamiento manual mediante un husillo desplazado con ayuda de un volante, las cuales tienen el objetivo de desviar parte del caudal de entrada a la planta fuera de ella a través del canal de evacuación. La compuerta de acceso al sistema de pretratamiento (ver imagen 5.6A) se encuentra colocada perpendicular a la línea de desplazamiento del agua, siendo el paso previo como su nombre indica, a los sistemas de pretratamiento. La compuerta de by-pass (ver imagen 5.6B) se encuentra colocado paralela a la línea de desplazamiento del agua. Su presencia es necesaria para evitar la entrada en el sistema de depuración de caudales anormalmente altos o caudales con concentraciones de sustancias tóxicas como metales pesados, grasas y aceites, etc. que pueda poner en peligro el funcionamiento de la EDARU.



Imagen 5.6. Vista de la compuerta de acceso al sistema de pretratamiento y de la compuerta de by-pass.

Tanto la compuerta de acceso al sistema de pretratamiento como la de by-pass serán de las mismas dimensiones, de canal abierto con una anchura de 0,53m. La altura de las compuertas será la anchura más un margen de 0,3m, de modo que medirán 0,83m. La carga de agua será equivalente a la anchura de las compuertas, es decir 0,53m. La altura de la maniobra será la altura de la compuerta más 1m de margen, en total 1,83m. Ambas compuertas serán de husillo manual, modelo cvm-003.d, para más información sobre las compuertas mirar el apartado 9.1- Compuertas Serie CP.

Otro elemento ubicado en la obra de llegada es el desagüe de todos los exudados¹⁰ de las diversas unidades de proceso de la planta de depuración (lavador de arenas, desnataador, espesador, balsa de flotación, digestor anaerobio, etc.); estos deben ser canalizados a cabecera de planta para su correcto tratamiento al tratarse de aguas no tratadas convenientemente y que contienen una alta concentración de contaminantes. En la parte izquierda de la entrada al pozo de gruesos (ver imagen 5.7) puede apreciarse una canalización que conduce dichas aguas, para que se incorporen y mezclen con las de alimentación de la planta.



Imagen 5.7. Tubería de conducción a cabecera de planta de las aguas no tratadas en otras unidades del sistema de depuración.

5.2- Sistema de desbaste

El desbaste es un proceso de naturaleza física, consistente en interponer un medio material discontinuo en la dirección de flujo del agua a tratar. El tamaño característico de la discontinuidad se denomina luz, y nos indica el tamaño máximo de las partículas que podrán atravesar el sistema de desbaste.

Los sistemas de desbaste se componen de pozo de gruesos, rejillas y tamices. Las rejillas están constituidas por una serie de barras colocadas paralelas entre sí, siendo la distancia de separación entre ellas (luz) superior a 1cm; retienen objetos de grandes dimensiones como papel, raíces, plásticos, ramas, trapos, etc. Los tamices están constituidos generalmente por una

plancha o malla tejida, siendo los orificios de dimensión (luz) inferior a 1cm; retienen objetos de tamaño medio como colillas, pelos, gomas, grasas y materia orgánica.

Todo el sistema de desbaste se situará en un edificio cerrado, por factores como olores, temperaturas mínimas en invierno, estéticos, vientos fuertes, etc. La extracción de olores en un espacio cerrado resulta más simple que en espacios abiertos.

5.2.1- Pozo de gruesos

A las estaciones depuradoras junto con el agua a tratar llegan una serie de objetos de dimensiones macroscópicas (piedras, grava, ramas, trapos, plásticos, colillas, etc.) que dada su naturaleza no es posible su degradación por los sistemas convencionales de depuración y se hace necesario su eliminación previa. El pozo de gruesos (ver imagen 5.8) es una zona del canal de llegada donde al ensancharse su sección se aumenta el tiempo de retención hidráulico (menor velocidad de desplazamiento del agua) hasta valores suficientemente bajos para que se depositen en su fondo los sólidos de gran tamaño y mayor densidad que el agua. La misión del pozo de gruesos es múltiple:

- Eliminar de la corriente los sólidos de gran tamaño que originan problemas incluso en las rejas de gruesos.
- Eliminar grandes cantidades de sólidos que ocasionalmente puedan llegar y sobrecargar las rejas, por ejemplo a causa de una tormenta.
- Eliminar grandes cantidades de arena que puedan crear problemas en las rejas o sobrecargar el desarenador.
- Eliminar arenas gruesas que puedan depositarse en los canales y tuberías.



Imagen 5.8. Pozo de gruesos de la EDARU con canal de by-pass de la zona de desbaste.

El nivel de agua en el pozo de gruesos no permanece siempre constante, variando en función del caudal afluente a la planta y del grado de colmatación¹¹ de las rejillas; esto motiva que sea necesaria la existencia de un canal de by-pass en el pozo de gruesos (ver imagen 5.8) que evite el desbordamiento del mismo, para ello se diseña un aliviadero lateral o de tormentas de labio fijo, similar al instalado en la obra de llegada.

La inclusión de un pozo de gruesos suele ser una gran mejora para los operadores de una planta con problemas en el pretratamiento. El pozo de gruesos evita problemas, pero es importante que no sea a su vez fuente de otros problemas distintos, para ello el factor esencial es la selección de un sistema de buena calidad para la retirada de los sólidos almacenados, este tema se tratará en el apartado 5.2.1.3- Sistema de limpieza del pozo de gruesos.

5.2.1.1- Definición de parámetros

A continuación se comentan los parámetros utilizados en el cálculo que requieren algún tipo de aclaración, se han dividido en dos grupos:

1- Parámetros de partida a definir previamente a la realización del cálculo.

2- Parámetros en el resultado del cálculo.

En algunos casos se incluye información sobre el rango más habitual del parámetro o el valor recomendado para utilizar, ambos están dados en las unidades indicadas en los apartados siguientes relativos al cálculo (los valores de algunos de estos parámetros se han sacado del libro proyectos de plantas de tratamiento de aguas, Ricardo Isla de Juana).

1- Parámetros de partida a definir previamente a la realización del cálculo.

- **Caudal de diseño ($Q_{diseño}$):** Caudal adoptado como base para el cálculo de los diferentes procesos. Este parámetro ha sido calculado anteriormente en el apartado 3.7.1- Caudal medio diario y caudal de diseño.

- **Caudal máximo ($Q_{máx}$):** Caudal máximo que es capaz de tratar la planta. Este parámetro ha sido calculado anteriormente en el apartado 3.7.2- Caudal máximo diario.

- **Tiempo medio de residencia a caudal de diseño (t_r):** Tiempo medio que permanecerá el agua residual en la balsa cuando el caudal tratado coincide con el caudal de diseño.

Rango usual para este parámetro	1 a 4
Valor recomendado para este parámetro	4

- **Velocidad ascensional a caudal de diseño (v_a):** Velocidad media a la que asciende el agua por una superficie igual a la de la balsa cuando el caudal tratado coincide con el caudal de diseño.

Rango usual para este parámetro	0,5 a 3
Valor recomendado para este parámetro	1

• **Relación longitud/anchura del pozo (r_{pozo}):** Resultado de dividir la longitud de la balsa entre la anchura de la balsa.

Rango usual para este parámetro	1 a 3
Valor recomendado para este parámetro	1

• **Metros cúbicos de arena y residuos por cada 1000 metros cúbicos de agua residual a caudal de diseño ($r_{diseño}$):** Metros cúbicos de arena y residuos que se recogen en el pozo de gruesos por cada 1000 metros cúbicos de agua residual que atraviesa el pozo de gruesos cuando el caudal tratado coincide con el caudal de diseño.

Rango usual para este parámetro	0,1 a 1
Valor recomendado para este parámetro	0,55

• **Metros cúbicos de arena y residuos por cada 1000 metros cúbicos de agua residual con tormenta ($r_{tormenta}$):** Metros cúbicos de arena y residuos que se recogen en el pozo de gruesos por cada 1000 metros cúbicos de agua residual que atraviesa el pozo de gruesos cuando hay tormenta. En este caso utilizaremos un valor de 1,30.

2- Parámetros en el resultado del cálculo.

• **Volumen útil ($V_{útil}$):** Volumen útil del pozo de gruesos sin considerar resguardo (distancia desde la lámina de agua a la coronación del muro) ni tolva de almacenamiento de arena situada en el fondo del pozo. Se calcula con la ecuación siguiente:

$$V_{útil} = t_r \cdot \left(\frac{Q_{diseño}}{60} \right) \quad (5.1)$$

• **Superficie (S):** Superficie del pozo de gruesos. Se calcula con la ecuación siguiente:

$$S = \frac{\left(\frac{Q_{diseño}}{60} \right)}{v_a} \quad (5.2)$$

• **Profundidad útil ($h_{útil}$):** Profundidad del pozo de gruesos sin considerar la altura de resguardo ni de la tolva de arena. Se calcula con la ecuación siguiente:

$$h_{útil} = \frac{V_{útil}}{S} \quad (5.3)$$

• **Longitud (l):** Longitud del pozo de gruesos. Se calcula con la ecuación siguiente:

$$l = (r_{pozo} \cdot S)^{0,5} \quad (5.4)$$

• **Anchura (a):** Anchura del pozo de gruesos. Se calcula con la ecuación siguiente:

$$a = \frac{S}{l} \quad (5.5)$$

• **Tiempo medio de residencia a caudal máximo** ($t_{r\text{ máx}}$): Tiempo medio que permanecerá el agua residual en la balsa cuando el caudal tratado coincida con el caudal máximo. Se calcula con la ecuación siguiente:

$$t_{r\text{ máx}} = \left(\frac{V_{\text{útil}}}{Q_{\text{máx}}} \right) \cdot 60 \quad (5.6)$$

• **Velocidad ascensional a caudal máximo** ($v_{a\text{ máx}}$): Velocidad media a la que asciende el agua por una superficie igual a la de la balsa cuando el caudal tratado coincida con el caudal máximo. Se calcula con la ecuación siguiente:

$$v_a = \frac{\left(\frac{Q_{\text{máx}}}{S} \right)}{60} \quad (5.7)$$

• **Producción normal de arena y residuos secos** (r_{secos}): Metros cúbicos de arena y residuos que se recogerán por hora cuando el caudal tratado coincida con el caudal de diseño. Se calcula con la ecuación siguiente:

$$r_{\text{secos}} = \left(\frac{Q_{\text{diseño}} \cdot r_{\text{diseño}}}{1000} \right) \cdot 24 \quad (5.8)$$

• **Producción máxima de arena y residuos secos con tormenta** ($r_{\text{secos tormenta}}$): Metros cúbico de arena y residuos que se recogen por hora cuando el caudal tratado coincida con el caudal máximo y se produzca un aporte de agua en los colectores proveniente de escorrentía superficial del agua de lluvia. Esta circunstancia suele incrementar sustancialmente la cantidad de arena y residuos durante un periodo corto. Se calcula con la ecuación siguiente:

$$r_{\text{secos tormenta}} = \left(\frac{Q_{\text{máx}} \cdot r_{\text{tormenta}}}{1000} \right) \quad (5.9)$$

5.2.1.2- Datos de entrada y salida

Parámetro	Valor
Caudal de diseño (m ³ /h)	774,78
Caudal máximo (m ³ /h)	1395
Tiempo medio de residencia a caudal de diseño (minutos)	4
Velocidad ascensional a caudal de diseño (m ³ /m ² *min.)	1
Relación longitud/anchura del pozo	1
Metros cúbicos de arena y residuos por 1000 m ³ de agua residual a caudal de diseño	0,55
Metros cúbicos de arena y residuos por 1000 m ³ de agua residual con tormenta	1,3

Tabla 5.1. Parámetros de entrada al pozo de gruesos.

Parámetro	Valor
Volumen útil (m ³)	51,65
Superficie (m ²)	12,91
Profundidad útil (m)	4
Longitud (m)	3,59
Anchura (m)	3,59
Tiempo medio de residencia a caudal máximo (minutos)	2,22
Velocidad ascensional a caudal máximo (m ³ /m ² *min.)	1,80
Producción normal de arena y residuos secos (m ³ /día)	10,22
Producción máxima de arena y residuos secos con tormenta (m ³ /h)	1,8

Tabla 5.2. Parámetros de salida del pozo de gruesos.

5.2.1.3- Sistema de limpieza del pozo de gruesos

El fondo del pozo de gruesos suele tener forma de tolva para facilitar la extracción de los sólidos depositados. El sistema de extracción de los residuos almacenados en el pozo de gruesos es generalmente una cuchara bivalva (ver imagen 5.9), esto es debido a que cualquier otro sistema presenta problemas de atascamiento o problemas de tipo mecánico a causa de la diversidad de productos y tamaños que es preciso evacuar y a su carácter abrasivo.



Imagen 5.9. Cuchara bivalva para la retirada de residuos del pozo de gruesos de la EDARU.

Hay dos tipos de cucharas bivalvas, las accionadas por cables y las accionadas hidráulicamente, unas y otras deben ser de buena calidad para evitar engorrosos líos de cables de acero o averías en el circuito hidráulico. Un ahorro en estos equipos se paga con creces en horas de operador.

El movimiento de la cuchara por encima del pozo puede hacerse por un monorraíl cuando el pozo no es muy ancho o bien por un puente móvil para pozos más anchos que la

cuchara. El tamaño de la cuchara influye en el número de operaciones de limpieza necesarias para mantener el pozo relativamente limpio de residuos. Los sólidos así retirados son depositados en contenedores y gestionados como **Residuos Sólidos Inertes (RSI's)**. La cantidad de sólidos retirados variara entre 0,1 y 1 m³ por 1000 m³ de agua tratada en época seca; estas cantidades se ven fuertemente incrementadas en momentos de tormenta y si el terreno es fácilmente erosionable.

Conociendo la producción normal de arena y residuos secos a lo largo de un día en la EDARU podemos dimensionar la cuchara bivalva; teniendo en cuenta que se almacenan 10,22 m³/día de arenas y residuos secos, y que las dimensiones del pozo de gruesos son 3,59m de ancho y 3,59m de largo, utilizaremos el modelo CP-1500 ya que esta cuchara tiene una capacidad de 1500 litros, de modo que el operario encargado de la limpieza del pozo de gruesos con 6 maniobras podría retirar las arenas depositadas. Las dimensiones de este modelo, permiten una retirada de manera eficaz, ya que el ancho de las valvas es de 1,08m, y la longitud de estas abiertas es de 2,6 m. Para almacenar los residuos del pozo de gruesos, utilizaremos un contenedor para escombros de 25m³. La cuchara bivalva estará soportada por un puente grúa de manera que nos facilite la retirada de los residuos. Para ver más detalles de la cuchara bivalva mirar el apartado 9.2- Cuchara bivalva electrohidráulica Serie CP.

Una opción, es la inclusión de un sistema automático de retirada de residuos mediante la programación en el sistema de control de la planta y finales de carrera de una secuencia de limpieza. En esta EDARU no optaremos por automatizar el pozo de gruesos ya que tiene algunos inconvenientes, como los que se muestran a continuación:

- La diversidad de tamaños y densidades de los objetos que pueden llegar a la depuradora (tablones, bicicletas, animales muertos, etc.).
- La variación drástica de las cantidades de residuos recibidas en función principalmente de la climatología.
- La relativa alta frecuencia de averías en este tipo de equipos.
- El giro de la cuchara de forma descontrolada.

5.2.2- Rejas

El desbaste mediante rejas es uno de los tratamientos más antiguos que se han realizado en el agua residual y su fin es proteger los equipos situados aguas abajo de daños y problemas debidos a sólidos de gran tamaño.

Las rejas se pueden clasificar según la abertura libre entre barras como finas, medias y gruesas (tabla 5.3). En los sistemas en que se coloca más de un sistema de rejas en serie, la secuencia es: rejas gruesas, medias y finas; con ello evitamos que los sólidos retenidos en un sistema de rejas pasen al siguiente, aumentando con ello la pérdida de carga en el mismo, o la necesidad de limpiar las rejas con mayor periodicidad. Las plantas modernas de tratamiento de agua según las características del afluente a tratar pueden emplear una sola etapa o dos para la separación de los sólidos indicados.

Tipo de rejas	Abertura entre barras (cm.)
Finas	$d < 1,5$
Medias	$1,5 < d < 5,0$
Gruesas	$d > 5,0$

Tabla 5.3. Tipos de rejas según abertura entre barras.

El sistema de separación consiste en rejillas manuales o mecánicas situadas en los canales de alimentación a la planta, estas constan primordialmente de barras de acero que según la dirección de flujo del agua con respecto al plano formado por las rejillas, se clasifican en horizontales, verticales, inclinadas y curvas; siendo las más corrientes las verticales e inclinadas (ver imagen 5.10). Las barras están espaciadas a intervalos regulares a lo ancho del canal, a través de las cuales pasa el agua residual.

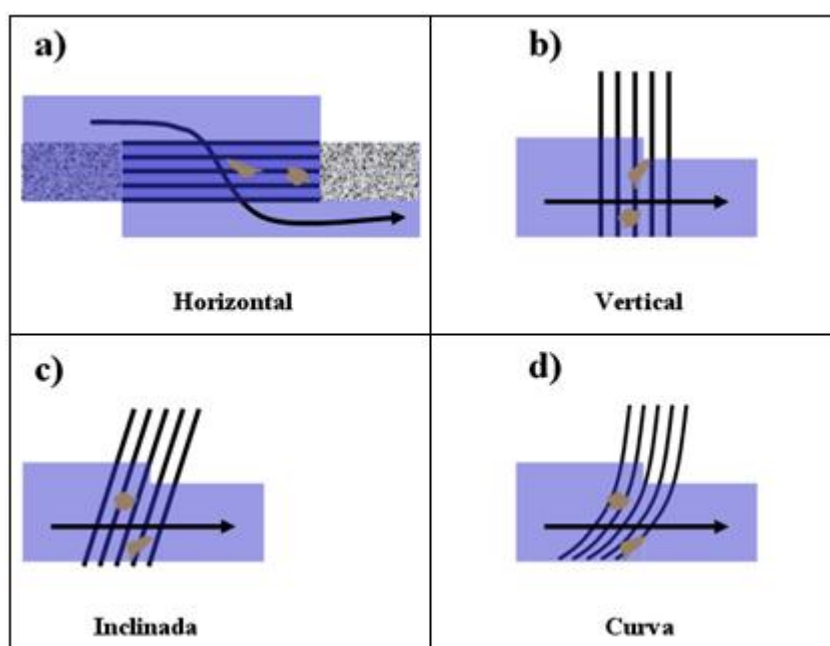


Imagen 5.10. Tipos de rejas en función de la dirección de flujo del agua con respecto al plano de la reja.

Los criterios usados para su diseño incluyen el tamaño de las barras, espaciado, inclinación, anchura del canal, velocidades de aproximación y de paso. En cuanto al diseño del canal de rejillas, la velocidad debe ser suficiente para evitar la deposición de residuos y arenas. Si se recogen aguas superficiales durante tormentas puede haber grandes aportes de arena lo que exigiría velocidades de aproximación de al menos 0,9m/seg para evitar la deposición de arena en el fondo de la reja que podría quedar inutilizada en el momento en que es más necesaria.

Hay otro tipo de rejillas denominadas de muy gruesas, se utilizan como rejillas previas de gran apertura (100 a 300mm) que trabajan principalmente durante tormentas que pueden arrastrar sólidos de gran tamaño como tableros, envases, etc. Pueden ir o no colocadas junto a un pozo de gruesos utilizándose en este caso el sistema de limpieza de este.

La EDARU tendrá las rejas de gruesos primero, en serie con las rejas de finos, las primeras eliminarán residuos grandes y las segundas sólidos de menor tamaño. En los apartados siguientes se calculan todos los parámetros necesarios para definir ambas rejas. En el apartado 9.3- Reja Manual Serie DM-11 se muestra información complementaria de las mismas.

5.2.2.1- Definición de parámetros

A continuación se comentan los parámetros utilizados en el cálculo que requieren algún tipo de aclaración, se han dividido en dos grupos:

1- Parámetros de partida a definir previamente a la realización del cálculo.

2- Parámetros en el resultado del cálculo.

En algunos casos se incluye información sobre el rango más habitual del parámetro o el valor recomendado para utilizar, ambos están dados en las unidades indicadas en los apartados siguientes relativos al cálculo (los valores de algunos de estos parámetros se han sacado del libro proyectos de plantas de tratamiento de aguas, Ricardo Isla de Juana).

1- Parámetros de partida a definir previamente a la realización del cálculo.

- **Caudal de diseño ($Q_{diseño}$):** Caudal adoptado como base para el cálculo de los diferentes procesos. Este parámetro ha sido calculado anteriormente en el apartado 3.7.1- Caudal medio diario y caudal de diseño.

- **Caudal máximo ($Q_{máx}$):** Caudal máximo que es capaz de tratar la planta. Este parámetro ha sido calculado anteriormente en el apartado 3.7.2- Caudal máximo diario.

- **Caudal mínimo ($Q_{mín}$):** Caudal mínimo de entrada a la EDARU. Este parámetro ha sido calculado anteriormente en el apartado 3.7.3- Caudal mínimo diario.

- **Velocidad de paso entre barrotes a caudal de diseño con reja sucia:** velocidad media de circulación del agua residual entre los barrotes de la reja cuando el caudal tratado coincida con el caudal de diseño y la reja este con la máxima colmatación definida entre dos limpiezas.

Rango usual para este parámetro	0,8 a 1,0
Valor recomendado para este parámetro	0,9

- **Número de líneas de desbaste:** Numero de líneas en paralelo por las que se reparte el caudal de agua a tratar. Las posibles líneas de reserva se consideran aparte de las indicadas en el cálculo. En nuestra EDARU tendremos 2 líneas de desbaste.

- **Espesor de los barrotes:**

Rango usual para este parámetro (reja de gruesos)	8 a 15
Valor recomendado para este parámetro (reja de gruesos)	12
Rango usual para este parámetro (reja de finos)	5 a 10
Valor recomendado para este parámetro (reja de finos)	6

- **Distancia entre barrotes:** Se denomina “luz” a la separación útil entre barras, y es el parámetro fundamental a definir en su diseño, en función del tamaño máximo de los sólidos que se van a dejar pasar al resto de la instalación.

Rango usual para este parámetro (reja gruesos)	30 a 100
Valor recomendado para este parámetro (reja de gruesos)	60
Rango usual para este parámetro (reja finos)	5 a 20
Valor recomendado para este parámetro (reja de finos)	10

- **Resguardo del canal:** altura libre desde la lámina de agua hasta la coronación del muro.

Rango usual para este parámetro	0,3 a 0,6
Valor recomendado para este parámetro	0,3

- **Angulo de inclinación de los barrotes:** Angulo formado entre el fondo del canal y los barrotes de la reja en grados sexagesimales.

Rango usual para este parámetro	45° a 90°
Valor recomendado para este parámetro	60°

- **Máxima colmatación entre 2 limpiezas:** tanto por ciento de la superficie útil de la reja que se llega a cegar entre dos pasos del peine de limpieza.

Rango usual para este parámetro	20% a 40%
Valor recomendado para este parámetro	30%

- **Relación profundidad útil/anchura del canal:** cociente entre la altura mojada del canal y la anchura del canal.

Valor recomendado para este parámetro	1
Anchura mínima del canal recomendada para mantenimiento (m)	0,3m

- **Metros cúbicos de residuos por 1000 metros cúbicos de agua residual a caudal de diseño:** Metros cúbicos de residuos que se separan en las rejillas de gruesos y de finos por cada 1000 metros cúbicos de agua residual que pasa por las rejillas.

Rango usual de este parámetro	0,003 a 0,09
Valor recomendado para este parámetro	0,01

- **Metros cúbicos de residuos por 1000 metros cúbicos de agua residual con tormenta:** Metros cúbicos de residuos que se separan entre las rejillas de gruesos y de finos por cada 1000 metros cúbicos de agua residual que pasa por las rejillas cuando hay tormenta.

Rango usual para este parámetro	0,09 a 0,5
---------------------------------	------------

2- Parámetros en el resultado del cálculo.

- **Superficie útil del canal:** Superficie mojada del canal igual a la anchura del canal por su profundidad útil.
- **Velocidad de paso entre barrotes a caudal de diseño con reja limpia:** Velocidad media de circulación del agua residual entre los barrotes de la reja cuando el caudal tratado coincide con el caudal de diseño y la reja está limpia.
- **Velocidad de paso entre barrotes a caudal máximo con reja colmatada:** Velocidad media de circulación del agua residual entre los barrotes de la reja cuando el caudal máximo y la reja está con la máxima colmatación definida entre dos limpiezas.
- **Velocidad de aproximación por el canal a caudal de diseño:** Velocidad media de circulación del agua residual por el canal aguas arriba de la reja cuando el caudal tratado es el de diseño.
- **Velocidad de aproximación por el canal a caudal mínimo:** Velocidad media de circulación del agua residual por el canal aguas arriba de la reja cuando el caudal tratado coincide con el caudal mínimo. Se considera a efecto de evitar sedimentaciones de arena en el canal.

Valor recomendado para este parámetro

>0,3

- **Profundidad total del canal:** Profundidad útil mas resguardo del canal.
- **Producción normal de residuos:** Metros cúbicos de residuos que se recogen por día, en las rejillas de gruesos y de finos, cuando el caudal tratado coincide con el caudal de diseño.
- **Producción máxima de residuos de tormenta:** Metros cúbicos de residuos que se recogen por hora, en las rejillas de gruesos y de finos, cuando el caudal coincide con el caudal máximo y se produce un aporte de agua en los colectores proveniente de escorrentía superficial del agua de lluvia. Esta circunstancia suele incrementar sustancialmente la cantidad de residuos durante un período corto.

5.2.2.2- Datos de entrada y salida reja de gruesos

Nº línea	Parámetro	Valor
1	Caudal de diseño (m ³ /h)	774,78
2	Caudal máximo (m ³ /h)	1395
3	Caudal mínimo (m ³ /h)	232,4
4	Velocidad de paso entre barrotes a caudal de diseño con reja sucia (m/s)	0,9
5	Numero de líneas de desbaste	2
6	Espesor de los barrotes (mm)	12
7	Distancia entre barrotes (luz) (mm)	60
8	Resguardo del canal (m)	0,3
9	Angulo de inclinación de los barrotes (grados)	60
10	Máxima colmatación entre dos limpiezas (%)	30
11	Relación profundidad útil/anchura del canal	1

Tabla 5.4. Parámetros de entrada en reja de gruesos.

Nº línea	Parámetro	Valor	Ecuación
12	Caudal de diseño por línea (m ³ /h)	387,39	L1/L5
13	Caudal máximo por línea (m ³ /h)	697,5	L2/L5
14	Superficie útil del canal (m ²)	0,158	Ecuación (5.10)
15	Velocidad de paso entre barrotes a caudal de diseño con reja limpia (m/s)	0,63	(L4*((100-L10)/100))
16	Velocidad de paso entre barrotes a caudal máximo con reja limpia (m/s)	1,13	(L15*(L13/L12))
17	Velocidad de paso entre barrotes a caudal máximo con reja colmatada (m/s)	1,62	(L4*(L13/L12))
18	Velocidad de aproximación por el canal a caudal de diseño (m/s)	0,68	(L12/3600)/L14
19	Velocidad de aproximación por el canal a caudal mínimo (m/s)	0,20	((L3/L5)/3600)/L14
20	Anchura del canal (m)	0,4	(L14/L11) ^{0.5}
21	Profundidad útil del canal (m)	0,4	(L14/L20)
22	Profundidad total del canal (m)	0,7	(L14/L20)+L8

Tabla 5.5. Parámetros de salida en reja de gruesos.

NOTA: “L” representa el número de línea. Por ejemplo L5 representa la línea 5 de los parámetros de entrada.

$$\left(\frac{\left(\frac{L12}{3600}\right)}{L4}\right) \cdot \left(\frac{(L7+L6)}{L7}\right) \cdot \left(\frac{1}{1-\frac{L10}{100}}\right) \cdot \text{sen}\left(\frac{L9 \cdot 2 \cdot \pi}{360}\right) \quad (5.10)$$

A continuación se realizarán los cálculos para la reja de finos.

5.2.2.3- Datos de entrada y salida reja de finos

Nº Línea	Parámetro	Valor
1	Caudal de diseño (m^3/h)	774,78
2	Caudal máximo (m^3/h)	1395
3	Caudal mínimo (m^3/h)	232,4
4	Velocidad de paso entre barrotes a caudal de diseño con reja sucia (m/s)	0,9
5	Numero de líneas de desbaste	2
6	Espesor de los barrotes (mm)	6
7	Distancia entre barrotes (luz) (mm)	10
8	Resguardo del canal (m)	0,3
9	Angulo de inclinación de los barrotes (grados)	60
10	Máxima colmatación entre dos limpiezas (%)	30
11	Relación profundidad útil/anchura del canal	1
12	Metros cúbicos de residuos por 1000 m^3 de agua residual a caudal de diseño	0,01
13	Metros cúbicos de residuos por 1000 m^3 de agua residual con tormenta	0,2

Tabla 5.6. Parámetros de entrada en reja de finos.

Nº Línea	Parámetro	Valor	Ecuación
14	Caudal de diseño por línea (m^3/h)	387,39	L1/L5
15	Caudal máximo por línea (m^3/h)	697,5	L2/L5
16	Superficie útil del canal (m^2)	0,21	Ecuación (5.11)
17	Velocidad de paso entre barrotes a caudal de diseño con reja limpia (m/s)	0,63	$(L4*((100-L10)/100))$
18	Velocidad de paso entre barrotes a caudal máximo con reja limpia (m/s)	1,13	$(L17*(L15/L14))$
19	Velocidad de paso entre barrotes a caudal máximo con reja colmatada (m/s)	1,62	$(L4*(L15/L14))$
20	Velocidad de aproximación por el canal a caudal de diseño (m/s)	0,51	$(L14/3600)/L16$
21	Velocidad de aproximación por el canal a caudal mínimo (m/s)	0,15	$((L3/L5)/3600)/L16$
22	Anchura del canal (m)	0,46	$(L16/L11)^{0.5}$
23	Profundidad útil del canal (m)	0,46	$(L16/L22)$
24	Profundidad total del canal (m)	0,76	$(L16/L22)+L8$
25	Producción normal de residuos (m^3/dia) (gruesos + finos)	0,19	$(L1*L12*24)/1000$
26	Producción máxima de residuos con tormenta (m^3/dia) (gruesos + finos)	0,28	$(L2*L13)/1000$

Tabla 5.7. Parámetros de salida en reja de finos.

NOTA: “L” representa el número de línea. Por ejemplo L5 representa la línea 5 de los parámetros de entrada.

$$\left(\frac{\left(\frac{L_{14}}{3600}\right)}{L_4}\right) \cdot \left(\frac{(L_7+L_6)}{L_7}\right) \cdot \left(\frac{1}{1-\frac{L_{10}}{100}}\right) \cdot \operatorname{sen}\left(\frac{L_9 \cdot 2 \cdot \pi}{360}\right) \quad (5.11)$$

5.2.2.4- Sistema de limpieza de rejas

Este apartado tiene una gran trascendencia. Las rejas deben mantenerse en un correcto estado de limpieza, pues los sólidos por ellas retenidos disminuyen la sección útil del sistema, aumentando con ello la velocidad entre rejas y por consiguiente la pérdida de carga. En la imagen 5.11 se observa la pérdida de carga característica para rejas de 1,5 cm (eje derecho) y 3,0 cm de luz (eje izquierdo), en función de la velocidad del agua a tratar y del grado de limpieza del sistema de rejas, considerándose como un nivel admisible de obturación un valor menor del 30%.

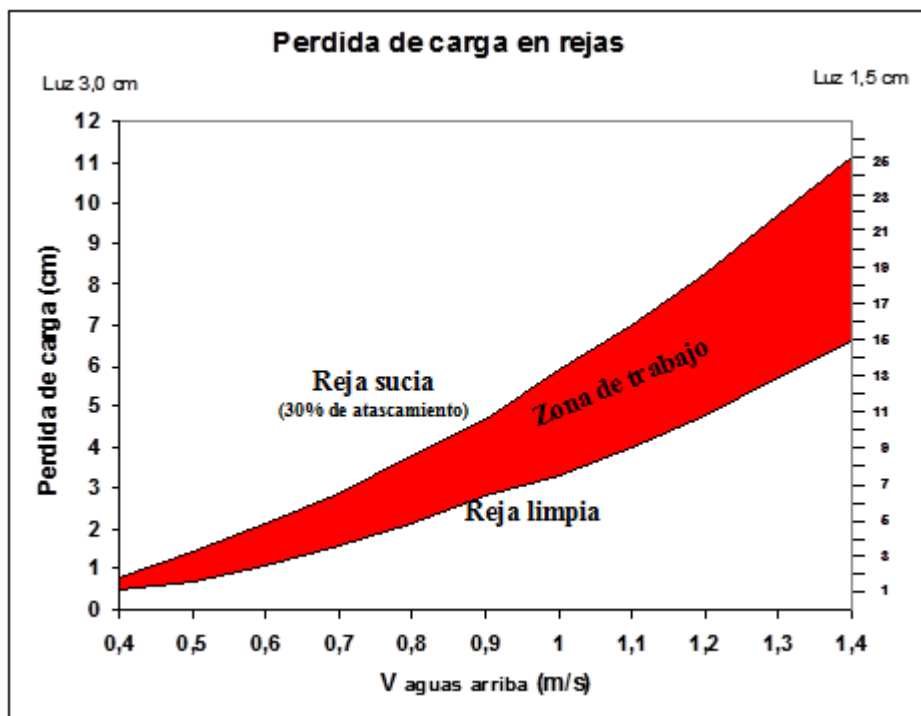


Imagen 5.11. Pérdida de carga en las rejas en función de la luz de las mismas y de la velocidad de aproximación del agua.

El sistema de limpieza de rejas suele ser un peine o rasqueta que al desplazarse en la dirección del eje principal de las rejas, arrastra los sólidos por ellas retenidos, depositándolos en un contenedor o en un compactador de residuos. El accionamiento de los sistemas de limpieza puede ser manual o automático. (Ver imagen 5.12).

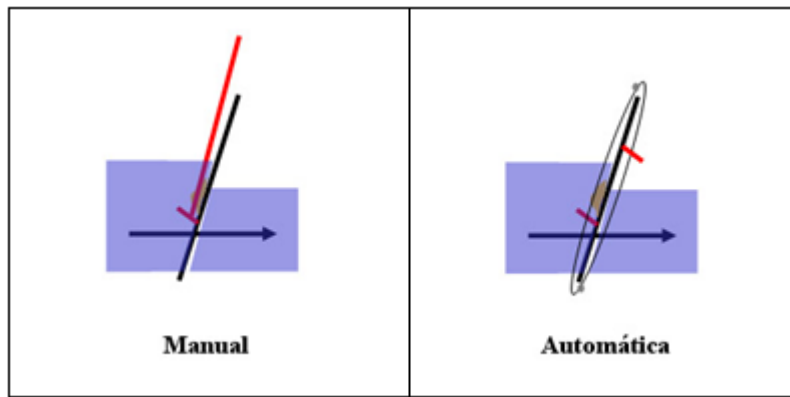


Imagen 5.12. Sistemas de limpieza de rejillas.

Los sistemas de limpieza manual de rejillas (ver imagen 5.13) suelen utilizarse para rejillas gruesas, y en menor medida para medias y finas; pero siempre en aquellos casos en que el volumen de sólidos retenidos sea bajo y los costes de la mano de obra necesaria para la manipulación del sistema de limpieza sea asumible. Las rejillas de limpieza manual suelen presentar una inclinación con respecto a la horizontal de 45 a 70°, (en nuestro caso serán 60° según la tabla 5.4 para la reja de gruesos y 5.6 para la reja de finos), recogiendo los residuos en un contenedor de residuos sólidos. Generalmente dada la naturaleza de los objetos retenidos por las rejillas (> 30% humedad, 50-55% materia orgánica, 15-20% materia inerte), los residuos eliminados tienen catalogación de RSU's, y como tales deben ser tratados. La cantidad de residuos retirados por las rejillas de desbaste está influido por el tipo de actividad de la población a la que se da servicio, así como de la luz del sistema de rejillas, aumentando en sentido inverso a que lo hace la misma; se consideran como valores estándar cantidades comprendidas entre 10 y 25 g por m³ de agua tratada.

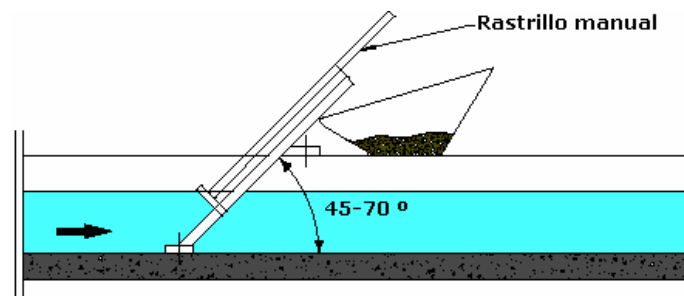


Imagen 5.13. Esquema de un sistema de rejillas manual.

Los sistemas de limpieza automática de rejillas pueden estar accionados de manera mecánica o neumática. Entre los diferentes sistemas de rejillas con limpieza automática, existen las que utilizan peines accionados por cadena tractora (ver imagen 5.14A), empleados en sistemas de rejillas rectas verticales o inclinadas y los de peines accionados por un eje de rotación (ver imagen 5.14B), empleados en rejillas curvas. El automatismo de funcionamiento puede ser mediante un temporizador (a intervalos de tiempo prefijados) o mediante sensores de nivel, entrando en funcionamiento cuando se alcanza un cierto grado de pérdida de carga. Los sistemas automáticos de limpieza suelen ser los más empleados en instalaciones de depuración de tamaño medio o superior, debido a que los costes de automatización son fácilmente

amortizables. Las rejas de limpieza automática, al igual que las de limpieza manual, suelen presentar inclinaciones de 60 a 90° con la horizontal. El resto de las consideraciones sobre los residuos retirados, su manipulación y tratamiento, es similar a lo indicado para las rejas de limpieza manual.

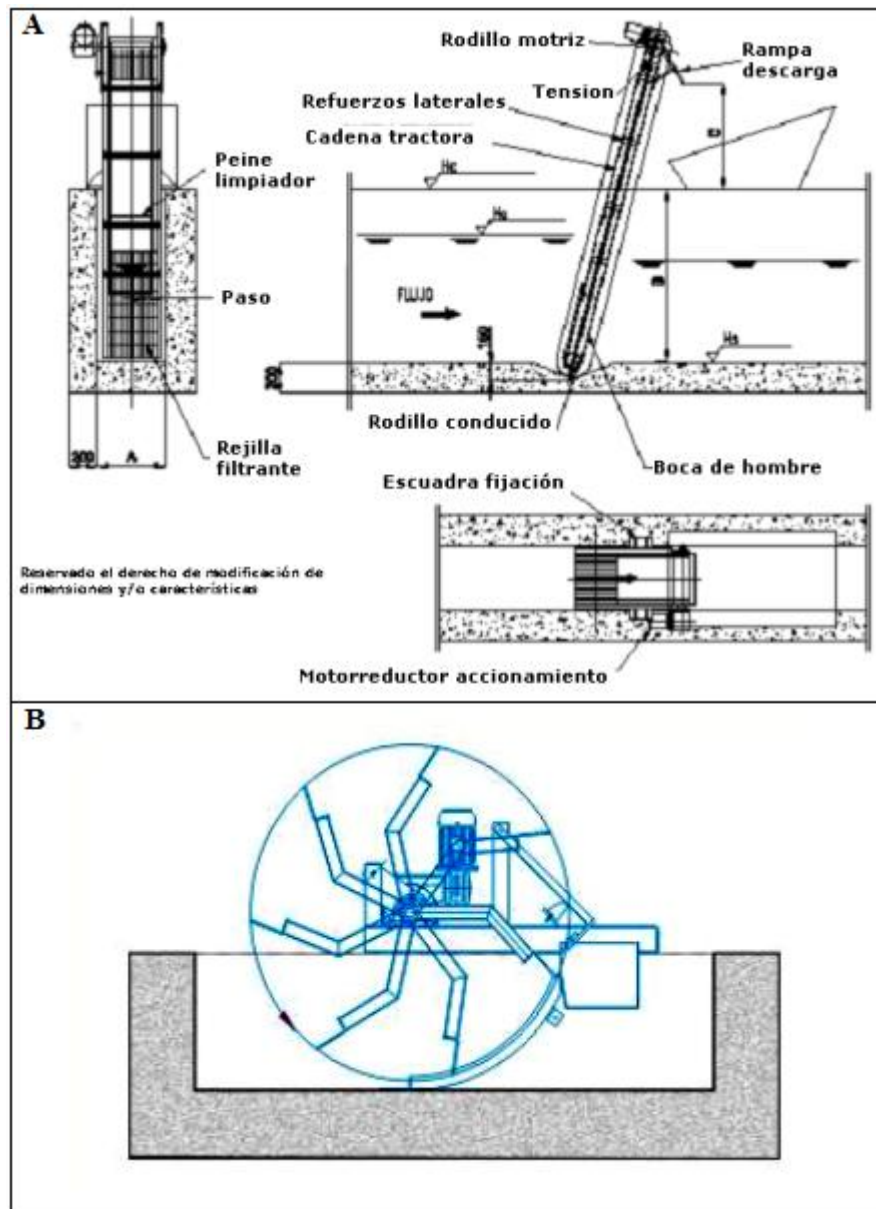


Imagen 5.14. Sistema de rejas de limpieza automática **A)** rectas, **B)** curvas.

Los sistemas de rejas, sobre todo los de limpieza automática, deben estar dotados de un sistema auxiliar para el caso de avería del sistema principal (ver imagen 5.15). Este sistema auxiliar de rejas consta, generalmente, de un aliviadero lateral que conecta con un canal de bypass y un sistema auxiliar de rejas de limpieza manual; de tal manera que cuando el nivel del agua en el canal principal aumenta por encima del nivel máximo de diseño (atascamiento de la rejilla principal, fuerte avenida, etc.) el agua en exceso es canalizada a través del canal auxiliar para su pretratamiento.

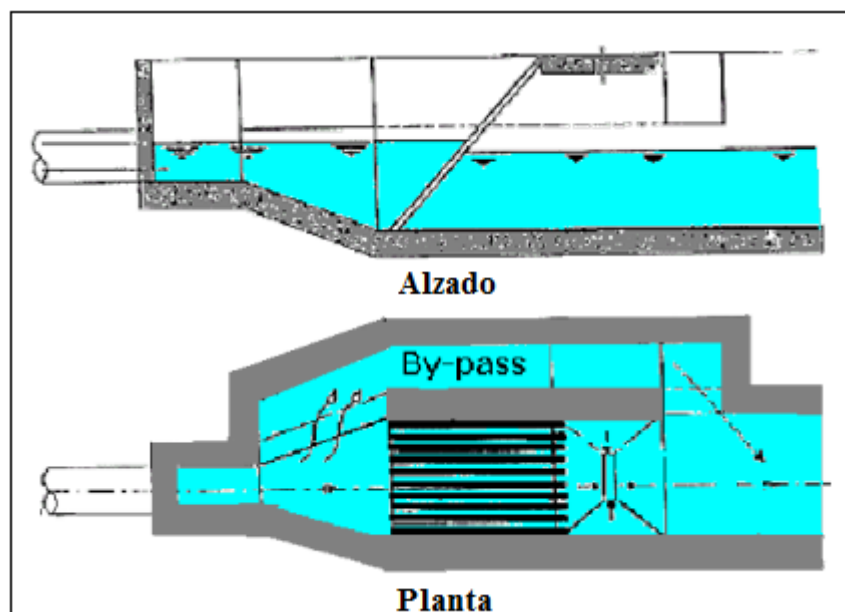


Imagen 5.15. Esquema en planta de un sistema de rejillas y del canal de by-pass asociado al mismo.

Al tratarse de una EDARU de tamaño mediano o pequeño, la limpieza de las rejillas de gruesos y las rejillas de finos se llevarán a cabo de forma manual por un operario, puesto que el volumen de sólidos retenidos en las rejillas es bajo y los costes de la mano de obra necesaria para la manipulación del sistema de limpieza son asumibles. La EDARU tendrá un canal de by-pass tanto para las rejillas de gruesos como de finos, pero carecerá de cualquier tipo de rejillas auxiliares. Se dispondrá de un contenedor de 1m^3 para las rejillas de gruesos y otro para las de finos, donde se depositarán los correspondientes Residuos Sólidos Urbanos.

5.2.3- Tamices

Los tamices, al igual que los sistemas de rejillas, son un método de eliminación de materiales sólidos mediante la colocación de un sistema discontinuo donde las discontinuidades en vez de ser longitudinales (espacio entre rejillas) suelen ser bidimensionales mediante perforaciones efectuadas en una plancha (ver imagen 5.16 a, b y c) o una malla trenzada (ver imagen 5.16 d y e) y de luz inferior a 1,5 cm, normalmente comprendida entre 0,15 y 0,60 cm.

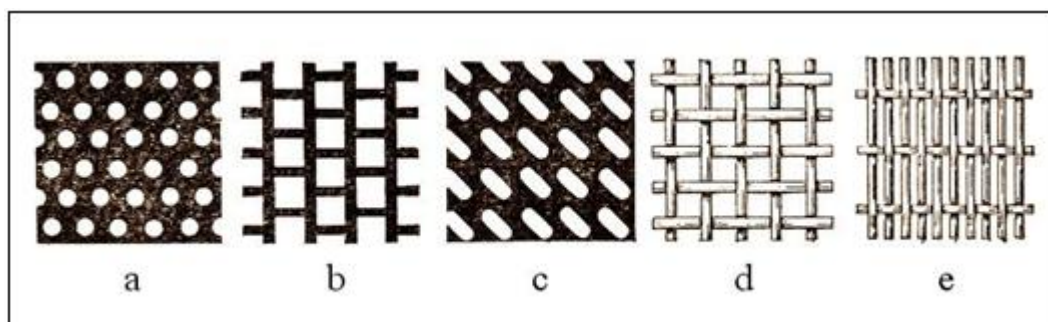


Imagen 5.16. Tipos de perforaciones más comunes en tamices.

Los tamices suelen dividirse en estáticos, rotativos y automáticos. Los tamices estáticos (ver imagen 5.17) consisten en una lámina perforada o malla tejida, con una inclinación de más de 70° con respecto a la horizontal, aunque existen diseños en los que la lamina no es recta sino que presenta una cierta curvatura de manera que la pendiente en la zona inferior del tamiz es menor que en la superior. La alimentación se efectúa por la zona superior mientras que el desagüe tiene lugar por la zona inferior de la cara opuesta del tamiz, de forma que el desplazamiento del agua de alimentación favorece el arrastre de los sólidos retenidos en el tamiz y su eliminación por la zona inferior del mismo. La superficie de los tamices suele recubrirse de grasa con el funcionamiento, haciendo necesaria su eliminación periódica mediante medios mecánicos o con agua caliente a presión. El tamiz estático carece de accionamiento y por tanto no precisa de alimentación eléctrica.

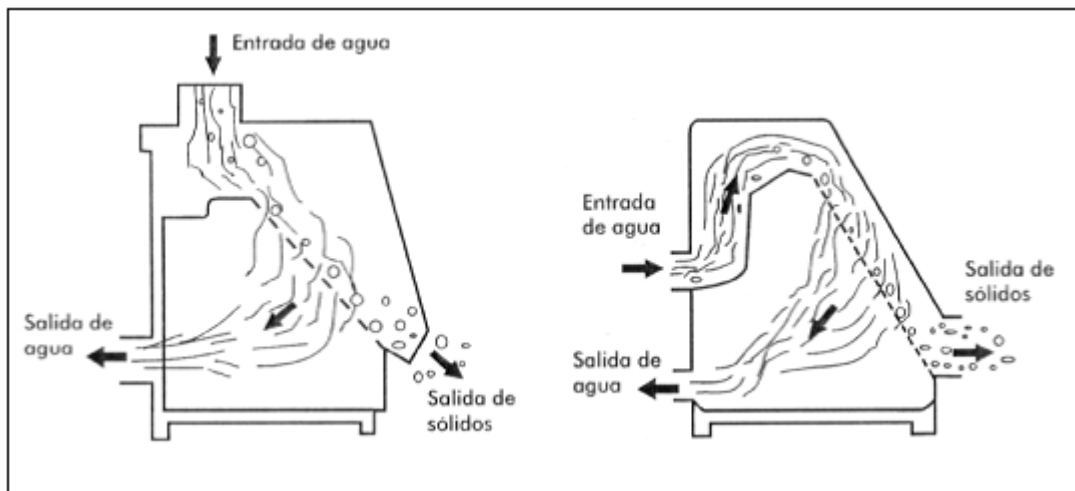


Imagen 5.17. Esquema de tamiz estático.

Los tamices rotativos (ver imagen 5.18) están constituidos por una lámina perforada formando un cilindro o tambor que gira en torno a su eje principal. La alimentación puede ser bien por la parte interna del tambor, o más comúnmente por la cara externa. El agua sin sólidos pasa el tambor mientras que los sólidos se quedan retenidos en la rejilla o tamiz que forma el tambor. El agua filtrada sale por un lateral del tambor pasando al siguiente tratamiento.

El accionamiento del tamiz es mecánico y gira a baja velocidad, por lo que incorpora un motoreductor de poca potencia, lo que implica un consumo de energía pequeño. La limpieza del tambor se realiza mediante una rasqueta que descarga los residuos en un contenedor y se complementa con una línea de boquillas alimentadas con agua a presión.

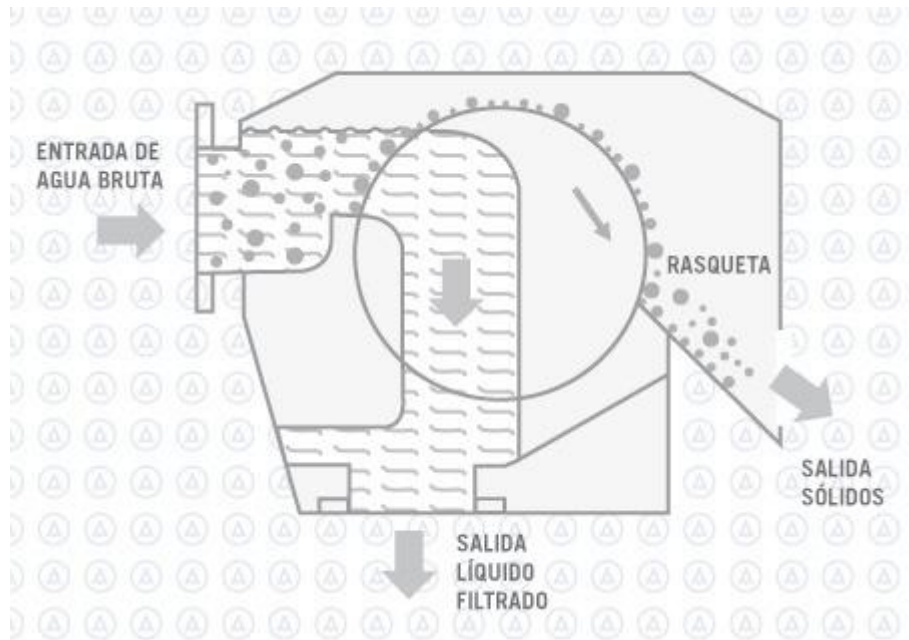


Imagen 5.18. Esquema de tamiz rotativo.

Los tamices automáticos (ver imagen 5.19) pueden estar formados por un sistema fijo de retención de sólidos (placa perforada o malla trenzada) sobre la que se desplaza un sistema automático de limpieza (cepillo, rasqueta, etc.) o un sistema móvil de retención (cadena articulada) que arrastra los sólidos retenidos hasta el sistema de eliminación de los mismos.

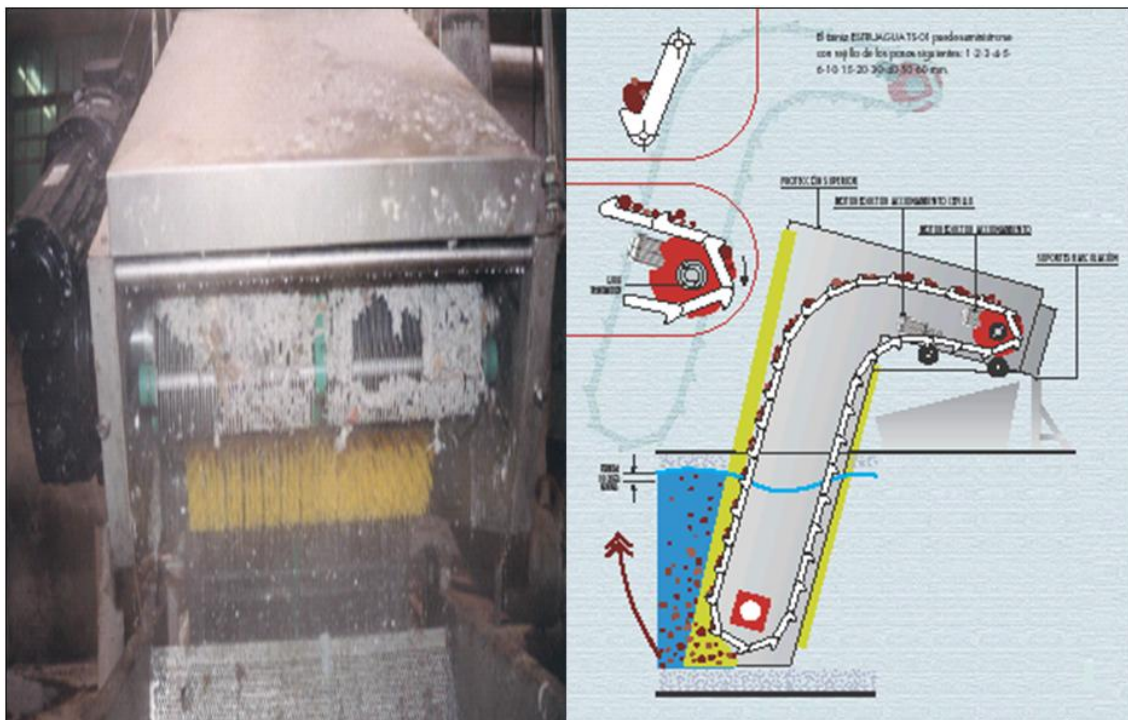


Imagen 5.19. Esquema de tamiz de limpieza automática.

La cantidad de sólidos retenidos por los sistemas de tamices, dependen en gran medida de la luz del tamiz, del tipo de alcantarillado y de los hábitos de consumo, oscilando entre 40 y 250 cm³/m³. Retienen del 5 al 25% de los sólidos suspendidos, con contenidos de sólidos volátiles que varían entre el 65 y el 95%. En comparación con los residuos gruesos, su densidad es ligeramente inferior mientras que la humedad es algo mayor. Debido a la presencia de materia putrescible, incluida la materia fecal patógena, así como grasas y espumas, es necesario manejar y eliminar los residuos como RSU's.

Los problemas que se encuentran más habitualmente en los tamices, son derivados de una mala limpieza que conduce a su colmatación y desbordamiento al no ser capaz de tratar todo el agua que recibe, o también por un dimensionamiento escaso, con la consiguiente incapacidad de tratar el caudal de diseño. Uno de los enemigos principales de los tamices, son los pelos o fibras finas que quedan enganchados en el tamiz con una parte aguas arriba y otra parte aguas abajo, en este caso se requiere una limpieza manual.

En esta EDARU dispondremos de 2 líneas de tamices rotativos, serie 2 ,modelo RMS 610.96 cuyas especificaciones técnicas pueden verse en el apartado 9.4- Tambor rotativo Serie RMS. También habrá una línea auxiliar equipada con tamices estáticos de limpieza manual (ver imagen 5.20) cuya función es actuar como sistema de desbaste de emergencia cuando la o las líneas principales se obturan, deben ser paradas por avería o labores de mantenimiento. Cada tamiz dispondrá de un contenedor de 1m³ para depositar los RSU's.

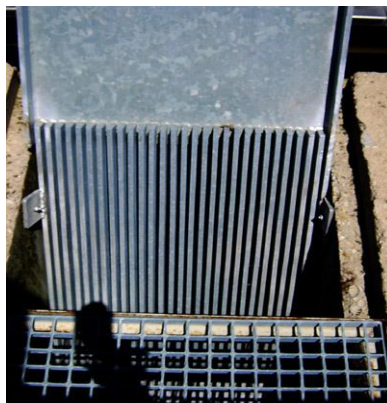


Imagen 5.20. Tamiz estático auxiliar de limpieza manual.

5.2.3.1- Definición de parámetros

A continuación se comentan los parámetros utilizados en el cálculo que requieren algún tipo de aclaración, se han dividido en dos grupos:

- 1-** Parámetros de partida a definir previamente a la realización del cálculo.
- 2-** Parámetros en el resultado del cálculo.

En algunos casos se incluye información sobre el rango más habitual del parámetro o el valor recomendado para utilizar, ambos están dados en las unidades indicadas en los apartados

siguientes relativos al cálculo (los valores de algunos de estos parámetros se han sacado del libro proyectos de plantas de tratamiento de aguas, Ricardo Isla de Juana).

1- Parámetros de partida a definir previamente a la realización del cálculo.

- **Caudal de diseño ($Q_{diseño}$):** Caudal adoptado como base para el cálculo de los diferentes procesos. Este parámetro ha sido calculado anteriormente en el apartado 3.7.1- Caudal medio diario y caudal de diseño.

- **Eliminación de sólidos en suspensión:**

Rango usual para este parámetro	5 a 25
---------------------------------	--------

- **Distancia entre barras o luz del tamiz:** Es la separación entre caras de los perfiles que componen la superficie filtrante del tamiz, en caso de perfil Johnson es la separación menor entre perfiles, es decir, la separación entre el punto de entrada del agua entre las barras o perfiles del tamiz.

Rango usual para este parámetro	0,25 a 2
---------------------------------	----------

- **Diámetro del tambor filtrante:**

Rango usual para este parámetro	0,6 a 0,9
---------------------------------	-----------

2- Parámetros en el resultado del cálculo.

- **Superficie en planta aproximada ocupada por un tamiz:** Superficie ocupada sin zonas de acceso o mantenimiento, las dimensiones reales dependen de cada fabricante.

- **Caudal de agua de lavado total a 4 Kg/cm²:** Caudal continuo de agua preciso para el lavado simultáneo del número de tamices especificado en “Numero de líneas”, la presión del lavado se confirmará por el fabricante.

- **Potencia mínima de la bomba de lavado:** Potencia calculada asumiendo la presión indicada anteriormente de 4 Kg/cm², en caso contrario la potencia se multiplicaría por la relación de presiones. Para el cálculo de la bomba se ha supuesto un rendimiento del 50%, no obstante la potencia final será la indicada por el fabricante de la misma en función del caudal y presión requeridos.

- **Carga hidráulica a caudal de diseño:** Carga hidráulica del caudal a tratar considerando la totalidad del tambor filtrante.

5.2.3.2- Datos de entrada y salida

Nº Línea	Parámetro	Valor
1	Caudal de diseño (m^3/h)	774,78
2	Número de líneas	2
3	Sólidos en suspensión en el agua a tratar (mg/l)	300
4	Eliminación de sólidos en suspensión (%)	15
5	Distancia entre barras (luz del tamiz) (mm)	2
6	Diámetro del tambor filtrante (m)	0,63

Tabla 5.8. Parámetros de entrada en tamiz.

Nº Línea	Parámetro	Valor	Ecuación
7	Caudal de diseño por línea (m^3/h)	387,4	$L1/L2$
8	Carga hidráulica a caudal máximo (m^3/m^2 de tambor.h)	207,56	$(133,5 \cdot L5^{0,7377+3}) \cdot 0,92$
9	Longitud del tambor filtrante (m)	0,52	$(L7/(250/SI(L3>250, L3, 250))^{0,5})/(L8 \cdot \pi \cdot L6)$
10	Superficie del tambor filtrante (m^2)	1,03	$\pi \cdot L6 \cdot L9$
11	Diámetro del tambor filtrante (m)	0,63	$L10/(\pi \cdot L9)$
12	Potencia mínima del motor del tamiz (Kw)	0,55	$SI((L10 \cdot 0,2 \cdot 0,736 \cdot SI(L3 > 1, L3, 1))^{0,11}) > 0,55, (L10 \cdot 0,2 \cdot 0,736 \cdot SI(L3 > 1, L3, 1))^{0,11}, 0,55)$
13	Superficie en planta aproximada ocupada por un tamiz (m^2)	1,29	$(L6+0,52) \cdot (L9+0,6)$
14	Peso aproximado del tamiz en vacío (Kg)	248,7	$66,67 \cdot L10 + 180$
15	Peso aproximado del tamiz funcionando (Kg)	413,9	$212,5 \cdot L10 + 195$
16	Caudal de agua de lavado total a 4 Kg/cm ² (m^3/h)	15,50	$L1 \cdot 0,02$
17	Potencia mínima de la bomba de lavado (Kw)	3,38	$(L16 \cdot 4 / (27^{0,5})) \cdot 0,736$
18	Producción de fangos en tamices (Kg/d de sólido)	836,76	$(L3 \cdot L1 \cdot 24 / 1000) \cdot (L4 / 100)$
19	Carga hidráulica a caudal de diseño (m^3/m^2 de tambor.h)	376,11	$L7/L10$

Tabla 5.9. Parámetros de salida en tamiz.

NOTA: “L” representa el número de línea. Por ejemplo L5 representa la línea 5 de los parámetros de entrada.

5.2.4- Retirada de residuos

Los sólidos eliminados de los sistemas de rejillas y tamices, son retirados manualmente o más comúnmente mediante sistemas mecánicos, para su deposición en contenedores para su posterior transporte a vertederos autorizados (vertederos de RSU). Todos los exudados de los diversos sistemas de rejillas y tamices, deben ser mandados a cabecera de planta para su correcto tratamiento. En la entrada al pozo de gruesos existe un desagüe de la canalización de dichas aguas, para que se incorporen y mezclen con las de alimentación de la planta (ver imagen 5.7). Los sistemas mecánicos para la retirada de residuos más comúnmente empleados son:

- Tornillos sin fin (ver imagen 5.21A); consisten en un helicoide de acero que impulsa los residuos hasta el contenedor disminuyendo el contenido en agua de los mismos por prensado.
- Cintas transportadoras (ver imagen 5.21B); consistentes en una cinta, normalmente de caucho, impulsada por un sistema de rodillos.

El accionamiento de estos sistemas puede ser manual o más comúnmente automático en coordinación con el sistema de eliminación de residuos de las rejillas o tamices o mediante un temporizador.



Imagen 5.21. Sistema de evacuación automática de residuos **A)** mediante tornillo sin fin de y **B)** mediante cinta transportadora.

En esta EDARU no será necesario utilizar ningún tipo de los sistemas mecánicos mencionados anteriormente, la retirada de residuos tanto de la reja de gruesos como de finos se realiza de forma manual por un operador, y la salida de sólidos de los tamices rotativos irán a un contenedor situado debajo directamente.

5.3- Desarenador y desengrasador

5.3.1- Desarenador

El desarenador es un sistema basado en la eliminación por sedimentación de sólidos de dimensiones superiores a 0,25 mm de diámetro esférico equivalente (d_{eq} = diámetro de una partícula de igual densidad que se comporta hidrodinámicamente como ella) y densidad de 2,65 kg/L (materia inorgánica arrastrada por el agua). Consiste en un ensanchamiento de la sección del canal de forma que el tiempo de retención hidráulica sea suficiente para que se depositen las arenas en el fondo del mismo (ver imagen 5.22).

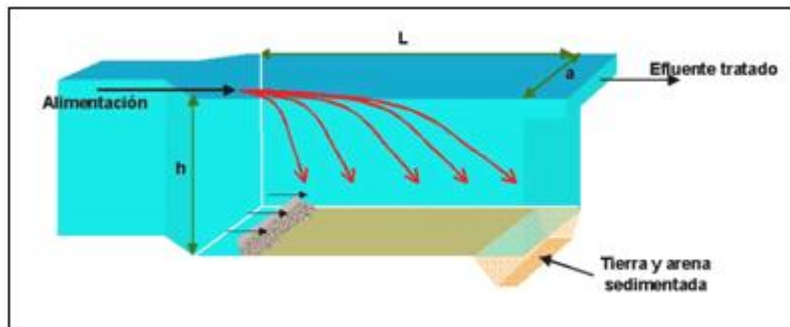


Imagen 5.22. Esquema de desarenador simple.

La eficiencia de un desarenador medida como función del tamaño mínimo de partícula que va a separar y denominada carga hidráulica (C_H), es proporcional al caudal de agua a tratar e inversamente proporcional a la superficie de la lámina de agua de dicho desarenador y viene dada en $m^3/m^2 \cdot s$.

El valor de carga hidráulica para las partículas de tamaño igual o mayor al de las arenas ($\phi \geq 0,25$ mm) es superior a $0,03 m^3/m^2 \cdot s$; teniendo en cuenta que la materia orgánica comienza a depositarse por debajo de los $0,04 m^3/m^2 \cdot s$, se comprende que para obtener una completa eliminación de las arenas, estas estarán parcialmente mezcladas con materia orgánica sedimentable fácilmente putrescible y que puede favorecer la proliferación de organismos patógenos, lo cual hace que en vez de ser RSI's pasen a ser **Residuos Tóxicos y Peligrosos** (RTP's). Las arenas extraídas del desarenador son bombeadas al concentrador de arenas.

En el diseño de desarenadores también hay que tener en cuenta evitar que las arenas depositadas puedan ser arrastradas por la corriente de agua. La velocidad del agua v_H ha de estar comprendida entorno a los $0,30 \pm 0,06$ m/s para evitar este efecto (ver imagen 5.23).

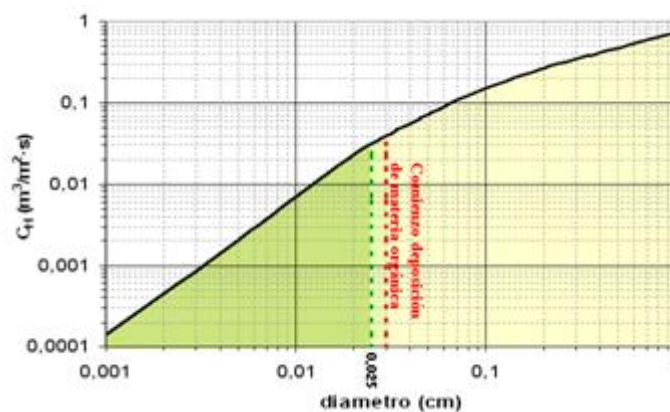


Imagen 5.23. Relación entre tamaño de partícula depositada y carga hidráulica.

5.3.2- Desengrasador

Las aguas residuales contienen en pequeñas proporciones materia orgánica no soluble (hidrofílica) y de menor densidad que el agua, constituida mayoritariamente por esteres¹² de ácidos grasos -cadenas hidrocarbonadas de ácidos orgánicos- de origen natural o sintético. Estas sustancias conocidas como grasas (sólidos o pastas) y aceites (líquidos), se pueden encontrar en tres formas en el agua:

- Solubilizadas: es la forma menos común de que se encuentren en el agua dada su baja solubilidad en la misma.
- Emulsionadas: formando pequeñas gotículas rodeadas de agua, que dan lugar a suspensiones, en algunos casos muy estables.
- Libres: formando gotas de tamaño medio y grande del orden de la micra.

Para la eliminación de grasas y aceites del agua es necesario que se encuentren no solubilizadas y romper las emulsiones¹³ para su mejor separación.

La separación de grasas y aceites se efectúa mediante un proceso de flotación (ver imagen 5.24), donde las gotículas de grasa de diámetro entorno a 150 μm ascienden con una velocidad comprendida entre 1 y 4 mm/s. Las grasas y aceites son retirados de la superficie de la balsa de flotación bien manualmente, bien mediante un sistema de rasquetas accionadas automáticamente. El agua retirada, con alto contenido en flotantes, es canalizada hasta el desnatador; sistema similar al desengrasador; pero en el que, al tener que tratar un caudal menor, los tiempos de retención son mayores aumentando la eficiencia de eliminación de flotantes.

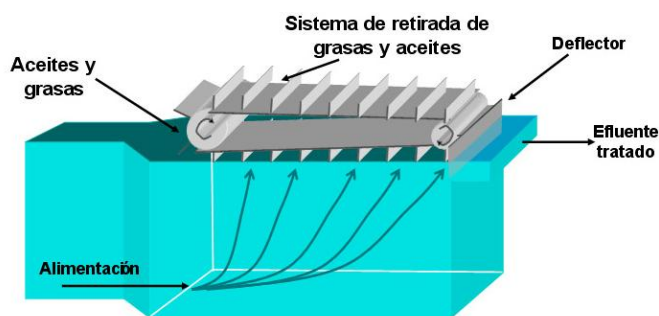


Imagen 5.24. Esquema de desengrasador.

5.3.3- Desarenador-desengrasador

Uno de los problemas para el diseño de sistemas que eliminen eficientemente grasas y arenas simultáneamente (ver imagen 5.25), es que las velocidades características de desplazamiento de ambos tipos de sustancias es diferente, siendo unas diez veces más rápido el desplazamiento de las arenas que el de las grasas. Los tiempos de retención hidráulica óptimos para la eliminación de arenas, son insuficientes para separar las grasas presentes en el agua, y por el contrario si se aumenta el t_r hasta valores que permitan una separación eficiente de las

grasas, la cantidad de materia orgánica depositada junto con las arenas es muy importante; el residuo sólido retirado del fondo de la balsa dejaría de ser considerado como RSI's para ser un RTP's. La forma de acelerar la velocidad ascensional de las grasas hasta igualarla a la de caída de las arenas ($\approx 6 \text{ cm/s}$) es insuflar aire en forma de burbujas de diámetro medio (2-5 mm). El volumen de gas necesario es de una cuarta parte del de agua a tratar.

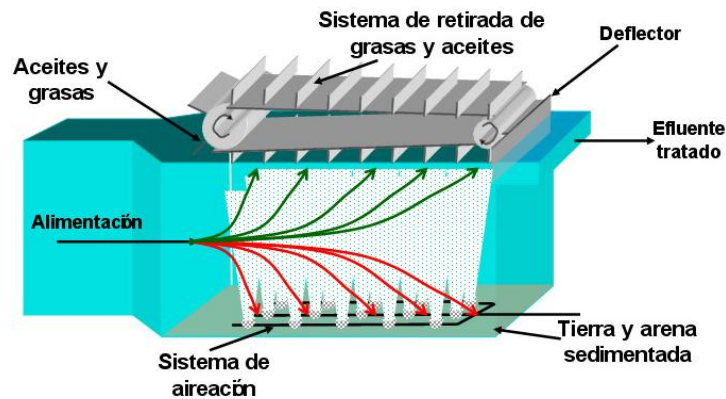


Imagen 5.25. Esquema de desarenador-desengrasador.

En este proyecto tendremos un desarenador-desengrasador por aire asistido, ya que en las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas con contenidos de contaminantes a eliminar no muy altos, es muy normal la unificación de estos procesos. El desarenador-desengrasador consiste en una balsa de planta rectangular dividida en dos cámaras longitudinales (ver imagen 5.26). La primera de ellas actúa de desarenador y de cámara de desemulsión de grasas por aireación, la segunda actúa fundamentalmente de desengrasador.

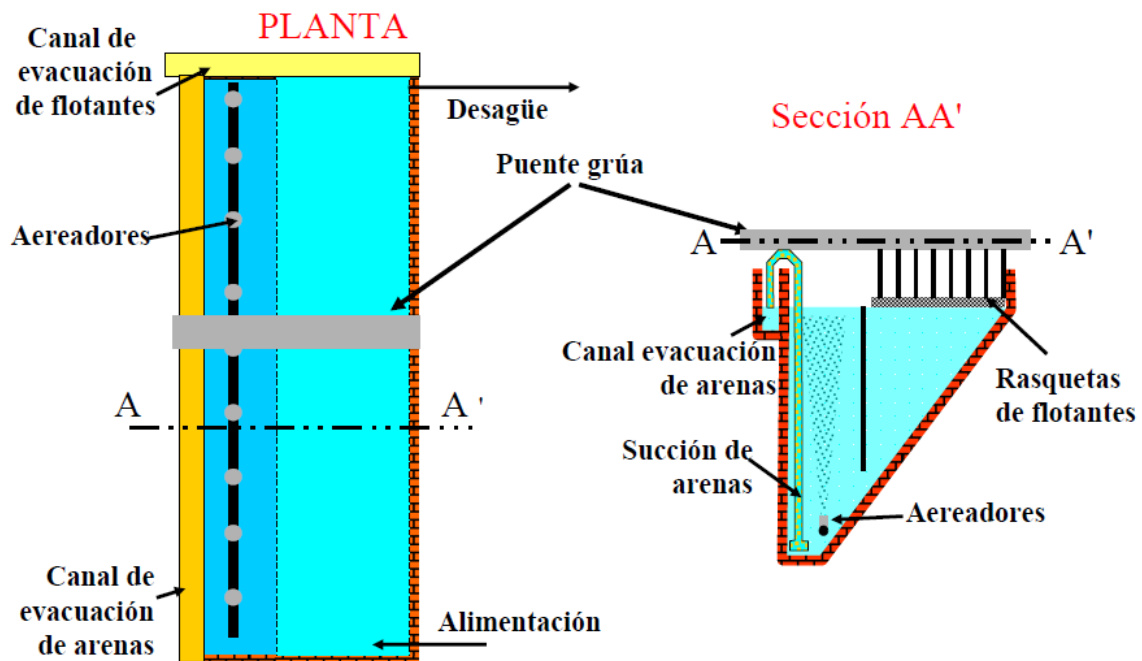


Imagen 5.26. Esquema de desarenador-desengrasador por aire asistido.

Las ventajas del desarenador aireado son las siguientes:

- La eficiencia de eliminación de arenas se mantiene para amplios rangos de caudal.
- La arena sale libre de materia orgánica.
- Previene las condiciones sépticas.

Las desventajas son:

- Mayor consumo de energía.
- Requiere un sistema de aireación.
- El diseño es más complicado.
- Requiere mayor inversión.

Las arenas que se depositan en el fondo escurren debido a la pendiente de las paredes de la balsa, hasta la primera cámara. La eliminación de arenas del fondo se efectúa por succión y deposición en un canal lateral de donde pasan al concentrador de arenas, el cual está diseñado para recoger la mezcla de agua, arena y materia orgánica, y lavar la arena de la contaminación orgánica que pueda arrastrar, además de reducir el contenido en agua para permitir su eliminación a vertedero de RSI's y reducir costes en el transporte, por disminución de volumen. El proceso de lavado se realiza creando turbulencias en el concentrador, de manera que permanezca en suspensión la materia orgánica y se depositen solamente las arenas en el fondo, de donde son extraídas mediante alguno de los siguientes métodos:

- Tornillo sinfín (ver imagen 5.27).
- Rasquetas oscilantes o de vaivén (ver imagen 5.28).

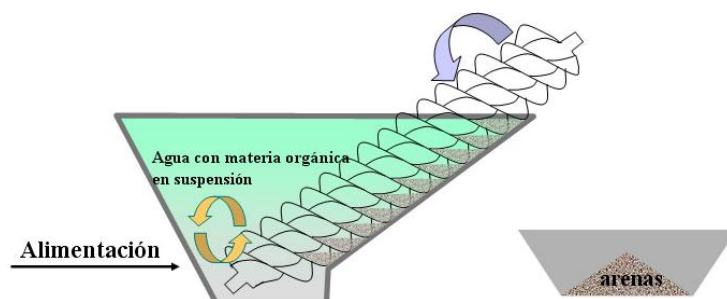


Imagen 5.27. Esquema de lavador-concentrador de arenas mediante tornillo sin fin.

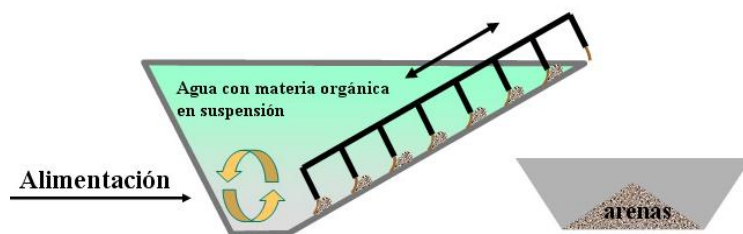


Imagen 5.28 Esquema de lavador-concentrador de arenas mediante rasquetas oscilantes o de vaivén.

En nuestra EDARU utilizaremos un lavador-concentrador de arenas mediante rasquetas oscilantes (ver imagen 5.29), modelo Ca-014o.400 que puede tratar un caudal de 60 m³/h; en el apartado 9.5- Clasificador de arenas hidráulico Serie CA-014, se pueden ver las características principales. Las arenas lavadas serán depositadas en un contenedor de escombros de 1m³ para su retirada. La producción de estas arenas, variará en función de la densidad de edificación de la zona, del tipo de actividades que se realicen del régimen de lluvias entre otros, y suele estar entre 4-200ml de arena por cada m³ de agua tratada.



Imagen 5.29. Lavador-concentrador de arenas mediante tornillo sin fin.

La desemulsión de las grasas, se realizará por burbujas insufladas en el fondo de la balsa por aireadores de burbuja media, el aire necesario para esta desemulsión de grasas y aceites se suministra mediante un compresor. Estas burbujas impulsan los flotantes hasta un canal colector situado en un extremo de la balsa, donde se eliminan por barrido de superficie mediante rasquetas. El sistema de rasquetas de flotantes esta sostenido mediante un puente-grúa, de manera que en su desplazamiento hacia el inicio del recorrido no tocan la superficie del agua (ver imagen 5.30).

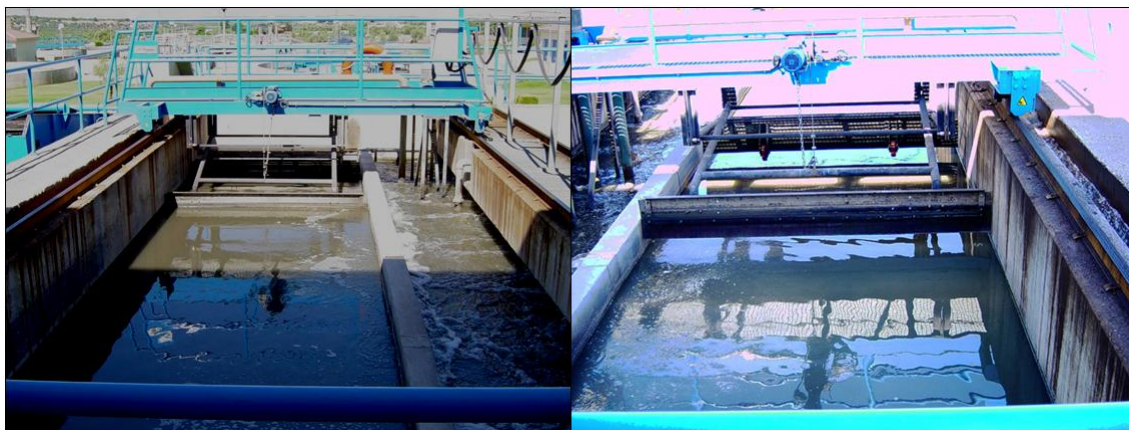


Imagen 5.30. Sistema de rasquetas flotantes de una EDARU.

El agua superficial junto con las grasas y aceites, son depositadas en un desnatador o concentrador de grasas modelo Cd-015.c.7, donde son eliminadas por flotación (ver imagen 5.31), en el apartado 9.6- Concentrador desnatador Serie CD-015, se pueden ver las características principales del desnatador. Las grasas y aceites eliminadas, deben ser tratadas por un gestor autorizado, y el agua restante recirculada al pozo de gruesos. El desagüe tanto del lavador de arenas como del desnatador son conducidos a cabecera de planta para su correcto tratamiento.



Imagen 5.31. Desnatador.

Normalmente los elementos del pretratamiento se sobredimensionan, con el objeto de que puedan asumir parcialmente el aumento de caudal que se registra durante las tormentas. Este sobredimensionado tiene por objeto poder eliminar la mayor parte de los sólidos en suspensión, aceites y grasas que transporta el agua en estas situaciones, vertiéndose el agua parcialmente depurada al exterior (ver imagen 5.32).



Imagen 5.32. Aliviadero de caudal excedente a la salida del pretratamiento y antes de ingresar en el tratamiento primario.

5.3.4- Definición de parámetros del desarenador

A continuación se comentan los parámetros utilizados en el cálculo que requieren algún tipo de aclaración, se han dividido en dos grupos:

- 1- Parámetros de partida a definir previamente a la realización del cálculo.
- 2- Parámetros en el resultado del cálculo.

En algunos casos se incluye información sobre el rango más habitual del parámetro o el valor recomendado para utilizar, ambos están dados en las unidades indicadas en los apartados siguientes relativos al cálculo (los valores de algunos de estos parámetros se han sacado del libro proyectos de plantas de tratamiento de aguas, Ricardo Isla de Juana).

- 1- Parámetros de partida a definir previamente a la realización del cálculo.

- **Caudal de diseño ($Q_{diseño}$):** Caudal adoptado como base para el cálculo de los diferentes procesos. Este parámetro ha sido calculado anteriormente en el apartado 3.7.1- Caudal medio diario y caudal de diseño.
- **Caudal máximo ($Q_{máx}$):** Caudal máximo que es capaz de tratar la planta. Este parámetro ha sido calculado anteriormente en el apartado 3.7.2- Caudal máximo diario.
- **Velocidad ascensional a caudal de diseño:** velocidad media a la que asciende el agua por una superficie igual a la de la balsa cuando el caudal tratado coincide con el caudal de diseño.

Rango usual para este parámetro

10 a 30

- **Velocidad de paso a caudal de diseño:** velocidad media a la que circularía el agua por una superficie igual a la sección transversal del desarenador cuando el caudal tratado coincida con el caudal de diseño.

Rango usual para este parámetro

50 a 100

- **Tiempo medio de residencia a caudal de diseño:** tiempo medio que permanecerá el agua residual en la balsa cuando el caudal tratado coincide con el caudal de diseño.

Rango usual para este parámetro

15 a 20

- **Metros cúbicos de aire por metro cuadrado de superficie y hora:** metros cúbicos por hora que es necesario alimentar los difusores de los desarenadores por cada metro cuadrado de superficie de los mismos.

Rango usual para este parámetro

4 a 10

Valor recomendado para este parámetro

8

- **Metros cúbicos de arena por cada 1000 metros cúbicos de agua residual a caudal de diseño:** metros cúbicos de arena y residuos que se recogerán en el desarenador por cada 1000 metros cúbicos de agua residual que atraviesa el desarenador cuando el caudal tratado coincide con el caudal de diseño.

Rango usual para este parámetro

0,004 a 0,2

Valor recomendado para este parámetro

0,02

- **Metros cúbicos de arena por 1000 metros cúbico de agua residual con tormenta:** metros cúbicos de arena y residuos que se recogen en el desarenador por cada 1000 metros cúbicos de agua residual que atraviesa el desarenador cuando hay tormenta.

Rango usual para este parámetro

1 a 3

2- Parámetros en el resultado del cálculo.

- **Superficie horizontal:** superficie en planta del desarenador.

- **Sección transversal:** superficie vertical útil del desarenador excluido el resguardo y la tolva de arena.

- **Volumen útil unitario:** volumen útil del desarenador excluido el resguardo y la tolva de arena.

- **Velocidad ascensional a caudal máximo:** velocidad media a la que asciende el agua por una superficie igual a la de la balsa cuando el caudal tratado coincide con el caudal máximo.

- **Velocidad de paso a caudal máximo:** velocidad media a la que circula el agua por una superficie igual a la sección transversal del desarenador cuando el caudal tratado coincide con el caudal máximo.

- **Tiempo medio de residencia a caudal máximo:** tiempo medio que permanecerá el agua residual en la balsa cuando el caudal tratado coincida con el caudal máximo.
- **Caudal total de aire necesario:** metros cúbicos de aire que es necesario alimentar a los desarenadores por hora.
- **Producción normal de arena seca:** metros cúbicos de arena que se recogerán por hora cuando el caudal tratado coincida con el caudal de diseño.
- **Producción máxima de arena y residuos secos con tormenta:** metros cúbicos de arena y residuos que se recogen por hora cuando el caudal tratado coincida con el caudal máximo y se produzca un aporte de agua en los colectores proveniente de escorrentía superficial del agua de lluvia. Esta circunstancia suele incrementar sustancialmente la cantidad de arena y residuos durante un periodo corto.

5.3.5- Datos de entrada y salida del desarenador

NºLínea	Parámetro	Valor
1	Caudal de diseño (m^3/h)	774,78
2	Caudal máximo (m^3/h)	1395
3	Velocidad ascensional a caudal de diseño ($\text{m}^3/\text{m}^2.\text{h}$)	15
4	Velocidad de paso a caudal de diseño ($\text{m}^3/\text{m}^2.\text{h}$)	65
5	Tiempo medio de residencia a caudal de diseño (minutos)	15
6	Número de líneas	2
7	Metros cúbicos de aire por metro cuadrado de superficie y hora	8
8	Metros cúbicos de arena por 1000 m^3 de agua residual a caudal de diseño	0,02
9	Metros cúbicos de arena por 1000 m^3 de agua residual con tormenta	3

Tabla 5.10. Parámetros de entrada al desarenador.

Nº Línea	Parámetro	Valor	Ecuación
10	Caudal de diseño por línea (m^3/h)	387,39	$L1/L6$
11	Caudal máximo por línea (m^3/h)	697,5	$L2/L6$
12	Superficie horizontal (m^2)	25,83	$L10/L3$
13	Sección transversal (m^2)	5,96	$L10/L4$
14	Volumen útil unitario (m^3)	96,84	$((L5/60)*L10)$
15	Longitud (m)	16,2	$(L14/L13)$
16	Profundidad útil (m)	3,74	$(L14/L12)$
17	Anchura (m)	1,60	$(L14/(L15*L16))$
18	Velocidad ascensional a caudal máximo ($\text{m}^3/\text{m}^2.\text{h}$)	27,00	$(L11/L12)$
19	Velocidad de paso a caudal máximo ($\text{m}^3/\text{m}^2.\text{h}$)	117,03	$(L11/L13)$
20	Tiempo medio de residencia a caudal máximo (min)	8,33	$(L14/L11)*60$
21	Caudal total de aire necesario (m^3/h)	413,28	$(L7*L12)*L6$
22	Producción normal de arena seca ($\text{m}^3/\text{día}$)	0,37	$(L1*L8*24)/1000$
23	Producción máxima de arena seca con tormenta (m^3/h)	4,19	$(L2*L9)/1000$

Tabla 5.11. Parámetros de salida al desarenador.

NOTA: “L” representa el número de línea. Por ejemplo L5 representa la línea 5 de los parámetros de entrada.

5.3.6- Definición de parámetros del desengrasador

A continuación se comentan los parámetros utilizados en el cálculo que requieren algún tipo de aclaración, se han dividido en dos grupos:

1- Parámetros de partida a definir previamente a la realización del cálculo.

2- Parámetros en el resultado del cálculo.

En algunos casos se incluye información sobre el rango más habitual del parámetro o el valor recomendado para utilizar, ambos están dados en las unidades indicadas en los apartados siguientes relativos al cálculo (los valores de algunos de estos parámetros se han sacado del libro proyectos de plantas de tratamiento de aguas, Ricardo Isla de Juana).

1- Parámetros de partida a definir previamente a la realización del cálculo.

- **Caudal de diseño ($Q_{\text{diseño}}$):** Caudal adoptado como base para el cálculo de los diferentes procesos. Este parámetro ha sido calculado anteriormente en el apartado 3.7.1- Caudal medio diario y caudal de diseño.

- **Densidad del agua a la temperatura de diseño:**

Valor recomendado para este parámetro

0,998 a 20

- **Densidad del aceite a la temperatura de diseño:** Densidad del aceite o hidrocarburo contenido en el agua a tratar y que se desea separar.

Rango usual para este parámetro 0,82 a 0,97

- **Viscosidad del agua a la temperatura de diseño:**

Rango usual para este parámetro 1 a 20

- **Relación profundidad anchura:** Resultado de dividir la profundidad útil entre la anchura.

Rango usual para este parámetro 0,3 a 0,5

- **Diámetro mínimo de las partículas a separar:** Diámetro a partir del cual las partículas menores no dispondrán de tiempo suficiente para alcanzar la superficie del agua y por lo tanto saldrán del separador con el agua tratada.

Valor recomendado para este parámetro 0,015

Nota: Método de cálculo desarrollado para esferas de 0,015cm de diámetro.

Nota: Separador válido solamente para aceites o hidrocarburos no miscibles y no emulsionados.

2- Parámetros en el resultado del cálculo.

- **Velocidad ascensional del aceite:** velocidad media a la que ascienden las partículas de aceite del diámetro mínimo especificado en el seno del agua a tratar.

- **Velocidad transversal de agua:** Velocidad media a la que circula el agua por una superficie igual a la sección transversal del desengrasador cuando el caudal tratado coincide con el caudal de diseño.

- **Factor de turbulencia y cortocircuito:** Factor de mayoración de la longitud del desengrasador en función de la turbulencia y los posibles cortocircuitos del agua en el desengrasador.

5.3.7- Datos de entrada y salida del desengrasador

NºLínea	Parámetro	Valor
1	Caudal de diseño (m ³ /h)	774,78
2	Número de líneas	2
3	Densidad del agua a la temperatura de diseño (Kg/l)	0,992
4	Densidad del aceite a la temperatura de diseño (Kg/l)	0,92
5	Viscosidad del agua a la temperatura de diseño (cp)	0,65
6	Relación profundidad anchura	0,43
7	Diámetro mínimo de las partículas a separar (cm)	0,015

Tabla 5.12. Parámetros de entrada al desengrasador.

Nº Línea	Parámetro	Valor	Ecuación
8	Caudal de diseño por línea (m ³ /h)	387,39	$L1/L2$
9	Velocidad ascensional del aceite (m/h)	4,88	$99560*((L3-L4)/(L5/100))* (60/3,2808)*(L7^2)/30,4804^2$
10	Velocidad transversal del agua (m/h)	54,86	$SI(15*L9>54,8647;54,8647; 15*L9)$
11	Factor de turbulencia y cortocircuito	1,52	$1,2164+0,027366*(L10/L9)$

Tabla 5.13. Parámetros de salida del desengrasador.

NOTA: “L” representa el número de línea. Por ejemplo L5 representa la línea 5 de los parámetros de entrada.

6- PRESUPUESTO

6.1- Presupuesto parcial: Material

En la tabla siguiente se exponen el coste unitario de cada uno de los materiales instalados en la E.D.A.R.U. así como el coste total:

DESCRIPCIÓN	COSTE UNITARIO	UNIDADES	IMPORTE TOTAL
Compuertas	980€	2	1.969€
Cuchara bivalva	6.136€	1	6.136€
Polipasto eléctrico	5.203€	1	5.203€
Reja de gruesos	2.984€	2	5.968€
Reja de finos	1.970€	2	3.940€
Tamiz rotativo	3.650€	2	7.300€
Tamiz estático	1.070€	1	2.140€
Concentrador de arenas	1.980€	1	1.980€
Bombas de succión	1.930€	2	3.860€
Compresor de Aire	2.715€	2	5.430€
Desnatador	3.400€	1	3.400€
Puente grúa	18.230€	1	18.230€
Contenedor de 25m ³	8480€	1	8480€
Contenedor de 1m ³	224,28€	5	1.121,4€
Coste total del material			75.157,4€

Tabla 6.1. Precio de los materiales.

6.2- Presupuesto parcial: Obra Civil

Realizadas las mediciones y aplicados sus precios unitarios, las cantidades totales a las que asciende el presupuesto parcial de obra civil se muestra en la siguiente tabla:

DESCRIPCIÓN	IMPORTE TOTAL
Obra de llegada	14.728€
Desbaste	14.199€
Desarenador-desengrasador	27.097€
Línea de agua incluido by-pass	33.589€
Edificio de pretratamiento	48.534€
Canalización	14.880€
Equipamiento eléctrico	40.676€
Alumbrado exterior e interior	27.182€
Telefonía	1.027€
Coste total de la Obra Civil	221.912€

Tabla 6.2. Precio de la Obra Civil.

6.3- Presupuesto general

DESCRIPCIÓN	IMPORTE TOTAL
Material	75.157,4€
Obra Civil	221.912€
Seguridad e Higiene	25.300€
13,00% Gastos Generales	29.561,3€
6,00% Beneficio Empresarial	13.643,70€
18,00% I.V.A.	48.707,90€
Total Presupuesto General	451.660,08€

Tabla 6.3. Precio general de la Obra.

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS CINCUENTA Y UN MIL SEISCIENTOS SESENTA con OCHO CENTIMOS.

7- CONSIDERACIONES LEGALES

7.1- Generalidades

Para establecer la depuración necesaria en un cauce debe desarrollarse una acción dirigida a determinar la calidad de las aguas superficiales o subterráneas para la obtención de agua potable y para otros usos (agrarios, industriales, piscícolas, recreativos, ecológicos, transporte, etc.).

Una vez establecidos los niveles de calidad en los distintos tramos según los usos, aplicando los modelos de autodepuración, a partir de los vertidos de aguas residuales se establecerán las reducciones necesarias en los mismos o, lo que es lo mismo, los rendimientos exigibles a las depuradoras existentes y a construir.

La comisión de las Comunidades Europeas propone una “lista negra” de elementos a eliminar, donde se incluyen sustancias tales como mercurio, cadmio, halógenos orgánicos, compuestos organofosforados y organoestáticos, sustancias cancerígenas y aceites persistentes. Propone igualmente una “lista gris”, con posibles autorizaciones de vertido donde se incluyen metales y metaloides, tales como arsénico, plomo, uranio, biocidas y sus derivados, cianuros, fluoruros, etc.

El artículo 45 de la Constitución Española, de 8 de Diciembre de 1987, establece una alta protección del medio ambiente:

“Todos tienen el derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, así como el deber de conservarlo.

Los poderes públicos velarán por la utilización racional de todos los recursos naturales con el fin de proteger y mejorar la calidad de vida y defender y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva.

Para quienes violen lo dispuesto en el apartado anterior, en los términos en que la Ley fije, se establecerán sanciones penales, o en su caso administrativas, así como la obligación de reparar el daño causado.”

Este artículo se encuentra situado dentro del Capítulo III del Título I de la Constitución denominado “Principios rectores de la política social y económica”. Lo que indica que su contenido ha de ser tenido en cuenta a la hora de legislar, ejecutar disposiciones, o actuar de cualquier forma relacionada directa o indirectamente con el medio ambiente.

Es importante también considerar que la alusión que, en el segundo párrafo de dicho artículo se hace a la obligación de los poderes públicos de velar por la utilización racional de los recursos naturales, que constituye la garantía de que el primer y tercer párrafo sean efectivos, es una de las pocas alusiones directas que en la Constitución se hacen a las obligaciones de los poderes públicos; lo que reafirma el énfasis depositado en el cumplimiento de este precepto.

En relación con los vertidos de aguas residuales, la legislación fundamental a seguir en España se concreta en:

- a nivel de la Unión Europea (UE), en la Directiva 91/271/CEE sobre el Tratamiento de las aguas residuales urbanas.

- a nivel Estatal, en las disposiciones:

-Ley 29/85 de Aguas.

-Real Decreto 849/86 de Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

-Real Decreto 927/88 de Reglamento de la Administración Pública del Agua y la Planificación Hidrográfica.

- a nivel Autonómico, por las disposiciones (Leyes, Decretos, Órdenes,...) establecidas por cada una de ellas en virtud de su competencia asumida.

Cabe también mencionar, por su carácter específico para aguas residuales de tipo domestico y población no superior a 10.000 habitantes, la Norma Tecnológica de la Edificación NTE-ISD/74 “Instalaciones de salubridad: Depuración y vertido”.

Por su importancia y ámbito general, en los puntos siguientes se incluye la relación de disposiciones de la UE sobre la calidad de aguas, la Directiva sobre Tratamiento de aguas residuales urbanas y unos extractos de la Ley de Aguas y del Reglamento del Dominio Público Hidráulico que recogen los artículos más significativos en relación con la depuración de aguas.

7.2- Normativa de la Unión Europea

Las normas aplicables a los países integrados en la Unión Europea (UE) en relación con la calidad de agua requerida, se plasman en las siguientes Directivas del Consejo, por supuesto de aplicación a España.

75/440/CEE Directiva del Consejo, de 16 de Junio de 1975.

Calidad requerida para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable en los Estados miembros.

76/160/CEE Directiva del Consejo, de 8 de Diciembre de 1975.

Calidad de las aguas de baños.

76/161/CEE Directiva del Consejo, de 8 de Diciembre de 1975.

Procedimiento común para la constitución y la actualización de un inventario de fuentes de información en materia de medio ambiente en la Comunidad.

76/464/CEE Directiva del Consejo, de 4 de Mayo de 1976.

Contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la Comunidad.

78/659/CEE Directiva del Consejo, de 18 de Julio de 1978.

Calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces.

79/869/CEE Directiva del Consejo, de 9 de Octubre de 1979.

Métodos de medición y frecuencia de los muestreos y del análisis de las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable en los Estados miembros.

79/923/CEE Directiva del Consejo, de 30 de Octubre de 1979.

Calidad exigida a las aguas para cría de moluscos.

80/68/CEE Directiva del Consejo, de 17 de Diciembre de 1979.

Protección de las aguas subterráneas contra la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas.

80/778/CEE Directiva del Consejo, de 15 de Julio de 1980.

Calidad de las aguas destinada al consumo humano.

82/176/CEE Directiva del Consejo, de 22 de Marzo de 1982.

Valores límite y objetivos de calidad para los vertidos de mercurio del sector de la electrólisis de los cloruros alcalinos.

83/513/CEE Directiva del Consejo, de 20 de Septiembre de 1983.

Valores límite y objetivos de calidad para los vertidos de cadmio.

84/156/CEE Directiva del Consejo, de 8 de Marzo de 1984.

Valores límite y objetivos de calidad para los vertidos de mercurio de los sectores distintos de la electrólisis de los cloruros alcalinos.

84/491/CEE Directiva del Consejo, de 9 de Octubre de 1984.

Valores límite y objetivos de calidad para los vertidos de hexaclorociclohexano.

86/280/CEE Directiva del Consejo, de 12 de Junio de 1986.

Valores límite y objetivos de calidad para los vertidos de determinadas sustancias peligrosas comprendidas en la Lista I del Anexo de la Directiva 76/464/CEE.

91/271/CEE Directiva del Consejo, de 21 de Mayo de 1991.

Tratamiento de las aguas residuales urbanas.

91/676/CEE Directiva del Consejo, de 12 de Diciembre de 1991.

Protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura.

7.3- Directiva de la UE sobre tratamiento de aguas residuales urbanas

Por su especial importancia se transcribe íntegramente la DIRECTIVA del Consejo de la Unión Europea 91/271/CEE, de 21 de mayo de 1991, sobre el TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS.

DIRECTIVA DEL CONSEJO

De 21 de mayo de 1991

Sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas

(91/271/CEE)

EL CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea y, en particular, su artículo 130 S,

Vista la propuesta de la Comisión [1],

Visto el dictamen del Parlamento Europeo [2],

Visto el dictamen del Comité Económico y Social [3],

Considerando que, en su Resolución de 28 de junio de 1988 [4] sobre la protección del Mar del Norte y de otras aguas de la Comunidad, el Consejo solicitó a la Comisión que presentara propuestas con las medidas necesarias a nivel comunitario para el tratamiento de las aguas residuales urbanas;

Considerando que la contaminación debida a un tratamiento insuficiente de las aguas residuales de un Estado miembro repercute a menudo en las de otros Estados miembros y que, por tanto, es necesaria una acción comunitaria, con arreglo al artículo 130 R;

Considerando que es necesario un tratamiento secundario de las aguas residuales urbanas para evitar que la evacuación de dichas aguas tratadas de manera insuficiente tenga repercusiones negativas en el medio ambiente;

Considerando que es necesario exigir un tratamiento más riguroso en las zonas sensibles mientras que un tratamiento primario puede ser adecuado en algunas zonas menos sensibles;

Considerando que los sistemas colectores de entrada de aguas residuales industriales así como la evacuación de aguas residuales y lodo procedentes de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas deberían ser objeto de normas generales, reglamentaciones y/o autorizaciones específicas;

Considerando que deben someterse a requisitos adecuados los vertidos de aguas residuales industriales biodegradables, procedentes de determinados sectores industriales, que no entran en las plantas de tratamiento de las aguas residuales urbanas antes del vertido a las aguas receptoras;

Considerando que debe fomentarse el reciclado de los lodos producidos por el tratamiento de las aguas residuales; que debe suprimirse progresivamente la evacuación de lodos a las de aguas superficiales;

Considerando que es necesario controlar las instalaciones de tratamiento, las aguas receptoras y la evacuación de lodos para garantizar la protección del medio ambiente de las repercusiones negativas de los vertidos de aguas residuales;

Considerando que es importante garantizar la información al público, mediante la publicación de informes periódicos, sobre la evacuación de aguas residuales urbanas y lodos;

Considerando que los Estados miembros deberán elaborar y presentar a la Comisión programas nacionales para la aplicación de la presente Directiva;

Considerando que debería crearse un comité que colabore con la Comisión en los temas relacionados con la aplicación de la presente Directiva y con su adaptación al progreso técnico,

HA ADOPTADO LA PRESENTE DIRECTIVA:

Artículo 1

La presente Directiva tiene por objeto la recogida, el tratamiento y el vertido de las aguas residuales urbanas y el tratamiento y vertido de las aguas residuales procedentes de determinados sectores industriales.

El objetivo de la Directiva es proteger al medio ambiente de los efectos negativos de los vertidos de las mencionadas aguas residuales.

Artículo 2

A efectos de la presente Directiva, se entenderá por:

- 1) "Aguas residuales urbanas": las aguas residuales domésticas o la mezcla de las mismas con aguas residuales industriales y/o aguas de correntía pluvial.
- 2) "Aguas residuales domésticas": las aguas residuales procedentes de zonas de vivienda y de servicios y generadas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas.
- 3) "Aguas residuales industriales": todas las aguas residuales vertidas desde locales utilizados para efectuar cualquier actividad comercial o industrial, que no sean aguas residuales domésticas ni aguas de correntía pluvial.
- 4) "Aglomeración urbana": la zona cuya población y/o actividades económicas presenten concentración suficiente para la recogida y conducción de las aguas residuales urbanas a una instalación de tratamiento de dichas aguas o a un punto de vertido final.
- 5) "Sistema colector": un sistema de conductos que recoja y conduzca las aguas residuales urbanas.
- 6) "1 e-h (equivalente habitante)": la carga orgánica biodegradable con una demanda bioquímica de oxígeno de 5 días (DBO 5) de 60 g de oxígeno por día.
- 7) "Tratamiento primario": el tratamiento de aguas residuales urbanas mediante un proceso físico y/o químico que incluya la sedimentación de sólidos en suspensión, u otros procesos en los que la DBO 5 de las aguas residuales que entren se reduzca por lo menos en un 20 % antes del vertido y el total de sólidos en suspensión en las aguas residuales de entrada se reduzca por lo menos en un 50 %.

8) "Tratamiento secundario": el tratamiento de aguas residuales urbanas mediante un proceso que incluya, por lo general, un tratamiento biológico con sedimentación secundaria, u otro proceso en el que se respeten los requisitos del cuadro 1 del Anexo I.

9) "Tratamiento adecuado": el tratamiento de las aguas residuales urbanas mediante cualquier proceso y/o sistema de eliminación en virtud del cual, después del vertido de dichas aguas, las aguas receptoras cumplan los objetivos de calidad pertinentes y las disposiciones pertinentes de la presente y de las restantes Directivas comunitarias.

10) "Lodos": los lodos residuales, tratados o no, procedentes de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas.

11) "Eutrofización": el aumento de nutrientes en el agua, especialmente de los compuestos de nitrógeno y/o fósforo, que provoca un crecimiento acelerado de algas y especies vegetales superiores, con el resultado de trastornos no deseados en el equilibrio entre organismos presentes en el agua y en la calidad del agua a la que afecta.

12) "Estuario": la zona de transición, en la desembocadura de un río, entre las aguas dulces y las aguas costeras. Cada Estado miembro determinará los límites exteriores (orientados hacia el mar) de los estuarios a efectos de la presente Directiva, dentro del programa para su aplicación a que se refieren los apartados 1 y 2 del artículo 17.

13) "Aguas costeras": las aguas situadas fuera de la línea de bajamar o del límite exterior de un estuario.

Artículo 3

1. Los Estados miembros velarán por que todas las aglomeraciones urbanas dispongan de sistemas colectores para las aguas residuales urbanas:

- a más tardar, el 31 de diciembre del año 2000 en el caso de las aglomeraciones con más de 15000 equivalentes habitante ("e-h"), y
- a más tardar, el 31 de diciembre del año 2005 en el caso de las aglomeraciones que tengan entre 2000 y 15000 e-h.

Cuando se trate de aguas residuales urbanas vertidas en aguas receptoras que se consideren "zonas sensibles" con arreglo a la definición del artículo 5, los Estados miembros velarán por que se instalen sistemas colectores, a más tardar, el 31 de diciembre de 1998 en las aglomeraciones con más de 10000 e-h.

Cuando no se justifique la instalación de un sistema colector, bien por no suponer ventaja alguna para el medio ambiente o bien porque su instalación implique un coste excesivo, se utilizarán sistemas individuales u otros sistemas adecuados que consigan un nivel igual de protección medioambiental.

2. Los sistemas colectores mencionados en el apartado 1 cumplirán los requisitos establecidos en la letra A del Anexo I. Dichos requisitos podrán modificarse según el procedimiento establecido en el artículo 18.

Artículo 4

1. Los Estados miembros velarán por que las aguas residuales urbanas que entren en los sistemas colectores sean objeto, antes de verse, de un tratamiento secundario o de un proceso equivalente, en las siguientes circunstancias:

- a más tardar el 31 de diciembre del año 2000 para todos los vertidos que procedan de aglomeraciones que representen más de 15000 e-h;
- a más tardar el 31 de diciembre del año 2005 para todos los vertidos que procedan de aglomeraciones que representen entre 10000 y 15000 e-h;
- a más tardar el 31 de diciembre del año 2005 para los vertidos en aguas dulces o estuarios que procedan de aglomeraciones que representen entre 2000 y 10000 e-h.

2. Los vertidos de aguas residuales urbanas en aguas situadas en regiones de alta montaña (más 1500 m sobre el nivel del mar) en las que resulte difícil la aplicación de un tratamiento biológico eficaz debido a las bajas temperaturas, podrán someterse a un tratamiento menos riguroso que el que determina el apartado 1 siempre y cuando existan estudios detallados que indiquen que tales vertidos no perjudican al medio ambiente.

3. Los vertidos procedentes de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas mencionados en los apartados 1 y 2 cumplirán los requisitos pertinentes de la letra B del Anexo I. Dichos requisitos podrán modificarse según el procedimiento establecido en el artículo 18.

4. La carga expresada en e-h se calculará a partir del máximo registrado de la carga semanal media que entre en una instalación de tratamiento durante el año, sin tener en cuenta situaciones excepcionales como, por ejemplo, las producidas por una lluvia intensa.

Artículo 5

1. A efectos del apartado 2, los Estados miembros determinarán, a más tardar el 31 de diciembre de 1993, las zonas sensibles según los criterios establecidos en el Anexo II.

2. A más tardar el 31 de diciembre de 1998, los Estados miembros velarán por que las aguas residuales urbanas que entren en los sistemas colectores sean objeto, antes de ser vertidas en zonas sensibles, de un tratamiento más riguroso que el descrito en el artículo 4, cuando se trate de vertidos procedentes de aglomeraciones urbanas que representen más de 10000 e-h.

3. Los vertidos de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas que se mencionan en el apartado 2 cumplirán los requisitos pertinentes de la letra B del Anexo I. Dichos requisitos podrán fijarse o modificarse según el procedimiento establecido en el artículo 18.

4. No obstante, los requisitos para instalaciones individuales indicados en los anteriores apartados 2 y 2 no deberán necesariamente aplicarse en zonas sensibles cuando se pueda demostrar que el porcentaje mínimo de reducción de la carga referido a todas las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas de dicha zona alcanza al menos el 75 % del total del fósforo y al menos el 75 % del total del nitrógeno.

5. Los vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas que estén situadas en las zonas de captación de zonas sensibles y que contribuyan a la contaminación de dichas zonas quedarán sujetos a lo dispuesto en los apartados 2, 3 y 4.

Las disposiciones del artículo 9 se aplicarán en los casos en que las zonas de captación contempladas en el párrafo primero estén situadas total o parcialmente en otro Estado miembro.

6. Los Estados miembros velarán por que la designación de las zonas sensibles se revise al menos cada cuatro años.

7. Los Estados miembros velarán por que las zonas identificadas como sensibles como resultado de la revisión a que se refiere el apartado 6 cumplan los requisitos anteriormente citados en un plazo de siete años.

8. A efectos de la presente Directiva, un Estado miembro no deberá designar zonas sensibles cuando aplique en la totalidad de su territorio el tratamiento establecido en los apartados 2, 3 y 4.

Artículo 6

1. A efectos del apartado 2, los Estados miembros podrán determinar, a más tardar el 31 de diciembre de 1993, zonas menos sensibles según los criterios expuestos en el Anexo II.

2. Los vertidos de aguas residuales urbanas procedentes de aglomeraciones urbanas que representen entre 10000 y 150000 e-h en aguas costeras y de las aglomeraciones de entre 2000 y 10000 e-h en estuarios situados en las zonas a que se refiere el apartado 1 podrán ser objeto de un tratamiento menos riguroso que el establecido en el artículo 4 cuando:

- dichos vertidos reciban, al menos, un tratamiento primario con arreglo a la definición del apartado 7 del artículo 2 y de conformidad con los procedimientos de control que se establecen en la letra D del Anexo I;
- existan estudios globales que indiquen que dichos vertidos no tendrán efectos negativos sobre el medio ambiente.

Los Estados miembros facilitarán a la Comisión cualquier información importante relativa a los citados estudios.

3. Si la Comisión considerase que no se cumplen las condiciones establecidas en el apartado 2, presentará al Consejo una propuesta adecuada.

4. Los Estados miembros velarán por que la lista de zonas menos sensibles se revise al menos cada 4 años.

5. Los Estados miembros velarán por que las zonas que hayan dejado de ser consideradas zonas menos sensibles cumplan los requisitos de los artículos 4 y 5, según proceda, en un plazo de siete años.

Artículo 7

Los Estados miembros velarán porque, el 31 de diciembre del año 2005 a más tardar, las aguas residuales urbanas que entren en los sistemas colectores sean objeto de un tratamiento adecuado tal como se define en el punto 9) del artículo 2, antes de ser vertidas, en los siguientes casos:

- cuando procedan de aglomeraciones urbanas que representen menos de 2000 e-h y se viertan en aguas dulces y estuarios;
- cuando procedan de aglomeraciones urbanas que representen menos de 10000 e-h y se viertan en aguas costeras.

Artículo 8

1. En casos excepcionales debidos a problemas técnicos y para grupos de población geográficamente definidos, los Estados miembros podrán presentar a la Comisión una solicitud especial de ampliación del plazo para dar cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 4.

2. En esta solicitud, que deberá ser debidamente justificada, se expondrán las dificultades técnicas experimentadas y se propondrá un programa de acción con un calendario apropiado que deberá llevarse a cabo para alcanzar el objetivo de la presente Directiva. Dicho calendario se incluirá en el programa para la aplicación contemplado en el artículo 17.

3. Sólo se aceptarán razones técnicas y el aplazamiento no podrá exceder del 31 de diciembre del año 2005.

4. La Comisión examinará esta solicitud y tomará las medidas apropiadas con arreglo al procedimiento establecido en el artículo 18.

5. En circunstancias excepcionales en las que se demuestre que un tratamiento más avanzado no redundará en ventajas para el medio ambiente, podrán someterse los vertidos en zonas menos sensibles de aguas residuales procedentes de aglomeraciones urbanas con más de 150000 e-h al tratamiento contemplado en el artículo 6 para las aguas residuales procedentes de aglomeraciones urbanas que representen entre 10000 y 150000 e-h.

En tales circunstancias, los Estados miembros presentarán previamente a la Comisión un expediente. La Comisión estudiará la situación y tomará las medidas pertinentes de acuerdo con el procedimiento previsto en el artículo 18.

Artículo 9

Cuando los vertidos de aguas residuales urbanas de un Estado miembro tengan efectos negativos para aguas comprendidas en la zona de jurisdicción de otro Estado miembro, el Estado miembro cuyas aguas resulten afectadas podrá notificar los hechos correspondientes al otro Estado miembro y a la Comisión.

Los Estados miembros implicados organizarán la concertación necesaria para identificar los vertidos de que se trate, con intervención de la Comisión cuando proceda, y dispondrán las medidas necesarias en origen para proteger las aguas afectadas, a fin de velar por el cumplimiento de las disposiciones de la presente Directiva.

Artículo 10

Los Estados miembros velarán por que las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas construidas a fin de cumplir los requisitos de los artículos 4, 5, 6 y 7 sean diseñadas, construidas, utilizadas y mantenidas de manera que en todas las condiciones climáticas normales de la zona tengan un rendimiento suficiente. En el diseño de las instalaciones se tendrán en cuenta las variaciones de la carga propias de cada estación.

Artículo 11

1. Los Estados miembros velarán por que, a más tardar el 31 de diciembre de 1993, el vertido de aguas residuales industriales en sistemas colectores e instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas se someta a la normativa previa y/o a autorizaciones específicas por parte de la autoridad competente o de los organismos adecuados.
2. Las normativas y/o autorizaciones específicas cumplirán los requisitos expuestos en la letra C del Anexo I. Dichos requisitos podrán modificarse según el procedimiento establecido en el artículo 18.
3. Las normativas y autorizaciones específicas se revisarán y, en su caso, adaptarán a intervalos regulares.

Artículo 12

1. Las aguas residuales tratadas se reutilizarán cuando proceda. Las vías de evacuación reducirán al mínimo los efectos adversos sobre el medio ambiente.
2. Las autoridades competentes o los organismos adecuados velarán por que los vertidos de aguas residuales procedentes de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas estén sujetos a normativas preexistentes y/o a autorizaciones específicas.
3. Las normativas preexistentes y/o las autorizaciones específicas relativas a vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas, concedidas en aplicación del apartado 2 en aglomeraciones urbanas de 2000 a 10000 e-h cuando se trate de vertidos en aguas dulces y estuarios, y en aglomeraciones urbanas de 10000 e-h o más para todo tipo de vertidos, incluirán las condiciones necesarias para cumplir los requisitos correspondientes de la letra B del Anexo I. Dichos requisitos podrán modificarse según el procedimiento establecido en el artículo 18.
4. Las normativas y/o autorizaciones se revisarán, y en caso necesario se adaptarán, a intervalos regulares.

Artículo 13

1. Los Estados miembros velarán por que, a más tardar el 31 de diciembre del año 2000, las aguas residuales industriales biodegradables procedentes de instalaciones que procedan de los sectores industriales enumerados en el Anexo III y que no penetren en las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas antes de ser vertidas en las aguas receptoras se sometan

antes del vertido a las condiciones establecidas en la normativa previa y/o a autorización específica por parte de la autoridad competente o del organismo que corresponda, para todos los vertidos procedentes de instalaciones que presenten 4000 e-h o más.

2. El 31 de diciembre de 1993 a más tardar, las autoridades competentes o los organismos correspondientes de cada Estado miembro establecerán los requisitos para el vertido de dichas aguas residuales adecuados a la índole de la industria de que se trate.

3. La Comisión efectuará un estudio comparativo de los requisitos de los Estados miembros a más tardar el 31 de diciembre de 1994. Publicará en un informe el resultado de ese estudio y en caso necesario presentará una propuesta adecuada.

Artículo 14

1. Los lodos que se originen en el tratamiento de las aguas residuales se reutilizarán cuando proceda. Las vías de evacuación reducirán al mínimo los efectos adversos sobre el medio ambiente.

2. Las autoridades competentes u organismos correspondientes velarán por que a más tardar el 31 de diciembre de 1998 la evacuación de lodos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas esté sometida a normas generales, a registro o a autorización.

3. Los Estados miembros velarán por que, a más tardar el 31 de diciembre de 1998, se suprima progresivamente la evacuación de lodos a aguas de superficie, ya sea mediante vertido desde barcos, conducción por tuberías o cualquier otro medio.

4. Hasta la supresión de las formas de evacuación que se mencionan en el apartado 3, los Estados miembros velarán por que medie autorización para la evacuación de la cantidad total de materiales tóxicos, persistentes o bioacumulables presentes en los lodos evacuados a aguas de superficie y por que dicha cantidad se reduzca progresivamente.

Artículo 15

1. Las autoridades competentes u organismos correspondientes controlarán:

- los vertidos de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas para verificar el cumplimiento de los requisitos de la letra B del Anexo I con arreglo a los procedimientos de control establecidos en la letra D del Anexo I;
- las cantidades y composición de los lodos vertidos en aguas de superficie.

2. Las autoridades competentes u organismos correspondientes controlarán las aguas sometidas a vertidos desde las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas y a vertidos directos, con arreglo a lo dispuesto en el artículo 13, en los casos en los que pueda preverse que produzcan efectos importantes sobre el medio ambiente.

3. Cuando se trate de un vertido según lo dispuesto en el artículo 6 y en el caso de una evacuación de lodos a aguas de superficie, los Estados miembros realizarán los controles y los

estudios pertinentes para verificar que los vertidos o evacuaciones no tienen efectos negativos sobre el medio ambiente.

4. La información que recojan las autoridades competentes o los organismos correspondientes de conformidad con los apartados 1, 2 y 3 se conservará en los Estados miembros y se facilitará a la Comisión dentro de los 6 meses posteriores a la recepción de una petición en este sentido.

5. Las directrices sobre control contemplado en los apartados 1, 2 y 3 podrán fijarse según el procedimiento establecido en el artículo 18.

Artículo 16

Sin perjuicio de la aplicación de lo dispuesto en la Directiva 90/313/CEE del Consejo, de 7 de junio de 1990, sobre libertad de acceso a la información en materia de medio ambiente [5], los Estados miembros velarán por que las autoridades u organismos correspondientes publiquen cada dos años un informe de situación sobre el vertido de aguas residuales urbanas y de lodos en su zona. Los Estados miembros cursarán dichos informes a la Comisión tan pronto como se publiquen.

Artículo 17

1. Los Estados miembros elaborarán, a más tardar el 31 de diciembre de 1993, un programa para la aplicación de la presente Directiva.

2. Los Estados miembros proporcionarán a la Comisión la información sobre el programa a más tardar el 30 de junio de 1994.

3. Si fuere necesario, los Estados miembros proporcionarán a la Comisión, a más tardar el 30 de junio cada dos años, una actualización de la información contemplada en el apartado 2.

4. Los métodos y modelos de presentación que deban adoptar los informes sobre los programas nacionales se establecerán de conformidad con el procedimiento establecido en el artículo 18. Toda modificación de dichos métodos y modelos se adoptará de conformidad con el mismo procedimiento.

5. La Comisión revisará y valorará cada dos años la información que reciba en virtud de lo dispuesto en los apartados 2 y 3 y publicará un informe al respecto.

Artículo 18

1. La Comisión estará asistida por un Comité compuesto por representantes de los Estados miembros y presidido por el representante de la Comisión.

2. El representante de la Comisión presentará al comité un proyecto de medidas. El Comité emitirá su dictamen sobre dicho proyecto en un plazo que el presidente podrá determinar en función de la urgencia de la cuestión. El dictamen se emitirá según la mayoría prevista en el apartado 2 del artículo 148 del Tratado para adoptar aquellas decisiones que el Consejo deba tomar a propuesta de la Comisión. Los votos de los representantes de los Estados miembros en

el Comité se ponderarán de la manera definida en el mencionado artículo. El presidente no tomará parte en la votación.

3. a) La Comisión adoptará las medidas previstas cuando sean conformes al dictamen del Comité.

b) Cuando las medidas previstas no sean conformes al dictamen del Comité o en caso de ausencia de dictamen, la Comisión someterá sin demora al Consejo una propuesta relativa a las medidas que deban tomarse. El Consejo se pronunciará por mayoría cualificada.

Si transcurrido un plazo de tres meses a partir del momento en que la propuesta se haya sometido al Consejo, éste no se hubiere pronunciado, la Comisión adoptará las medidas propuestas, excepto en el caso en que el Consejo se haya pronunciado por mayoría simple contra dichas medidas.

Artículo 19

1. Los Estados miembros pondrán en vigor las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas necesarias para dar cumplimiento a la presente Directiva a más tardar el 30 de junio de 1993. Informarán de ello inmediatamente a la Comisión.

2. Cuando los Estados miembros adopten las disposiciones contempladas en el apartado 1, éstas harán referencia a la presente Directiva o irán acompañadas de una referencia a la misma en su publicación oficial. Los Estados miembros establecerán las modalidades de la mencionada referencia.

3. Los Estados miembros comunicarán a la Comisión el texto de las disposiciones esenciales de Derecho interno que adopten en el ámbito regulado por la presente Directiva.

Artículo 20

Los destinatarios de la presente Directiva serán los Estados miembros.

Hecho en Bruselas, el 21 de mayo de 1991.

Por el Consejo

El Presidente

R. STEICHEN

[1] DO no C 1 de 4. 1. 1990, p. 20; y DO no C 287 de 15. 11. 1990, p. 11.

[2] DO no C 260 de 15. 10. 1990, p. 185.

[3] DO no C 168 de 10. 7. 1990, p. 36.

[4] DO no C 209 de 9. 8. 1988, p. 3.

[5] DO no L 158 de 23. 6. 1990, p. 56.

8- DICCIONARIO

- **Riparios**¹: Los ecosistemas riparios, localizados en las márgenes de los ríos, arroyos y cuerpos de agua, son corredores biológicos entre las zonas de cabeceras de las cuencas hídricas y el mar.
- **Excretas**²: Conjunto de los desechos de la nutrición expulsados fuera del organismo (heces, orina, sudor, bilis, esputos, etc.).
- **Biodegradable**³: Es el producto o sustancia que puede descomponerse en sus elementos químicos que los conforman, debido a la acción de agentes biológicos, como plantas, animales, microorganismos y hongos, bajo condiciones ambientales naturales.
- **Coliformes**⁴: Designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos.
- **Aforador**⁵: Dispositivo que sirve para determinar el caudal de una corriente de agua.
- **Azolve**⁶: Material arrastrado por las corrientes de agua de mar o de río hasta algún obstáculo natural, y que forma por ello un banco de arena o disminuye la profundidad de la superficie marina o fluvial.
- **Eutrofización**⁷: Proceso natural en ecosistemas acuáticos, especialmente en lagos, caracterizado por un aumento en la concentración de nutrientes como nitratos y fosfatos, con los consiguientes cambios en la composición de la comunidad de seres vivos.
- **Línea piezométrica**⁸: Es la línea de presiones hidrostáticas existente entre la entrada y la salida de nuestra instalación.
- **Entronque**⁹: Es la unión o empalme entre dos líneas de transporte, en nuestro caso, entre el sistema de alcantarillado de la ciudad y la obra de llegada.
- **Exudados**¹⁰: Líquidos sobrantes de otras etapas de la instalación que no han sido tratados correctamente.
- **Colmatación**¹¹: Se entiende por colmatación la acumulación de sedimentos en las rejillas.
- **Esteres**¹²: En la química, los esterres son compuestos orgánicos en los cuales un grupo orgánico reemplaza a un átomo de hidrógeno (o más de uno) en un ácido oxigenado.
- **Emulsiones**¹³: La emulsión es un sistema de dos fases que consta de dos líquidos parcialmente miscibles, uno de los cuales es dispersado en el otro en forma de glóbulos.

9- ANEXO

9.1- Compuertas Serie CP.

Compuerta canal husillo manual (Cvm-003.d)

- Accionamiento manual. Dicho accionamiento se efectúa por mediación de una tuerca de bronce conjuntamente con husillo de rosca trapecial, y un volante de maniobra cuyas características técnicas se describen en el diseño de las compuertas, asimismo se incluyen rodamientos, bolas y casquillos de bronce o nylon. Este accionamiento en las compuertas de un solo husillo puede ser directo o bien por mediación de reductor, rodamientos axiales de bola o de rodillo.

- Calculo de la presión hidráulica para compuertas canal:

L = Luz libre del vano en metros. (Ancho canal)

H = Carga máxima de agua en metros. (Lamina de agua en canal)

Ph = Presión hidráulica sobre el tablero en Kg.

Para compuerta canal con tablero en chapa reforzada y rodillos de desplazamiento,

$$Ph = 500 \times (L + 0.08) \times H^2$$

- Calculo de la presión hidráulica para compuertas canal:

L = Luz libre del vano en metros. (Ancho hueco)

H = Carga máxima de agua en metros. (Lamina de agua en canal)

Ph = Presión hidráulica sobre el tablero en Kg.

H' = Carga máxima de agua sobre el centro de la compuerta. (Diferencia dentro compuerta lamina agua)

H = Altura libre del vano en metros.

Para compuertas con rodillos de desplazamiento,

$$Ph = 1000 H' \times (L + 0.1) \times (h + 0.05)$$

Para compuertas de pequeños desagües de fondo,

$$Ph = 1000 H' \times (L + 0.025) \times (h + 0.025)$$

Para compuerta plana deslizante,

$$Ph = 1000 H' \times (L + 0.05) \times (h + 0.03)$$

- Descripción compuertas:

Marco guía.- Construido en acero inoxidable calidad Aisi 304 o 316, sirve como guía al tablero introduciéndose en obra civil con hormigón rápido en las ranuras dejadas a tal efecto en el canal. La altura del marco es aconsejable que sobrepase en 900mm la cota del piso de maniobra.

Placa base.- Construido en acero inoxidable calidad Aisi 304 o 316, soldados en la parte superior del marco. En él se sitúan los soportes de accionamiento. Estará constituido por un bastidor de perfiles laminados Upn, donde de acoplaran los reenvíos en su caso y la transmisión necesarias para accionamiento desde un lateral en el supuesto de dos husillos.

Tablero de compuerta.- Construido en chapa de acero inoxidable calidad Aisi 304 o 316, de espesores comprendidos entre 5.00 y 8.00 mm, con los refuerzos necesarios en perfiles laminados soldados a la chapa y calculados para resistir la máxima presión hidráulica. En la parte central superior llevara soldado el alojamiento para la tuerca que da movimiento al tablero. En el centro y en toda su longitud llevara soldado el tubo de protección del husillo.

Guías de desplazamiento.- De polietileno de baja densidad, producto autolubricante con unas muy buenas condiciones de deslizamiento. Se sitúan en los extremos del tablero y se desplazan solidarias a este a través del marco que hace de guía efectuando el deslizamiento transversal y longitudinal.

Juntas de estanqueidad.- El cierre se efectúa mediante pletinas de acero inoxidable calidad Aisi 304 o 316 complementando con el perfil de neopreno hueco 50-60 Gr. Shore A en los laterales y parte inferior.

Cuñas de apriete.- Regulables para un perfecto acoplamiento, fabricadas en bronce, atornilladas al tablero y al marco.

Mecanismo de accionamiento.- Formado por husillo, volante, columna de maniobra y reenvíos. El husillo está construido en rosca trapecial Din 109, y en acero inoxidable calidad Aisi 303, de diámetro en función de la longitud de forma que se limite la flecha a 1/1000 de la longitud.

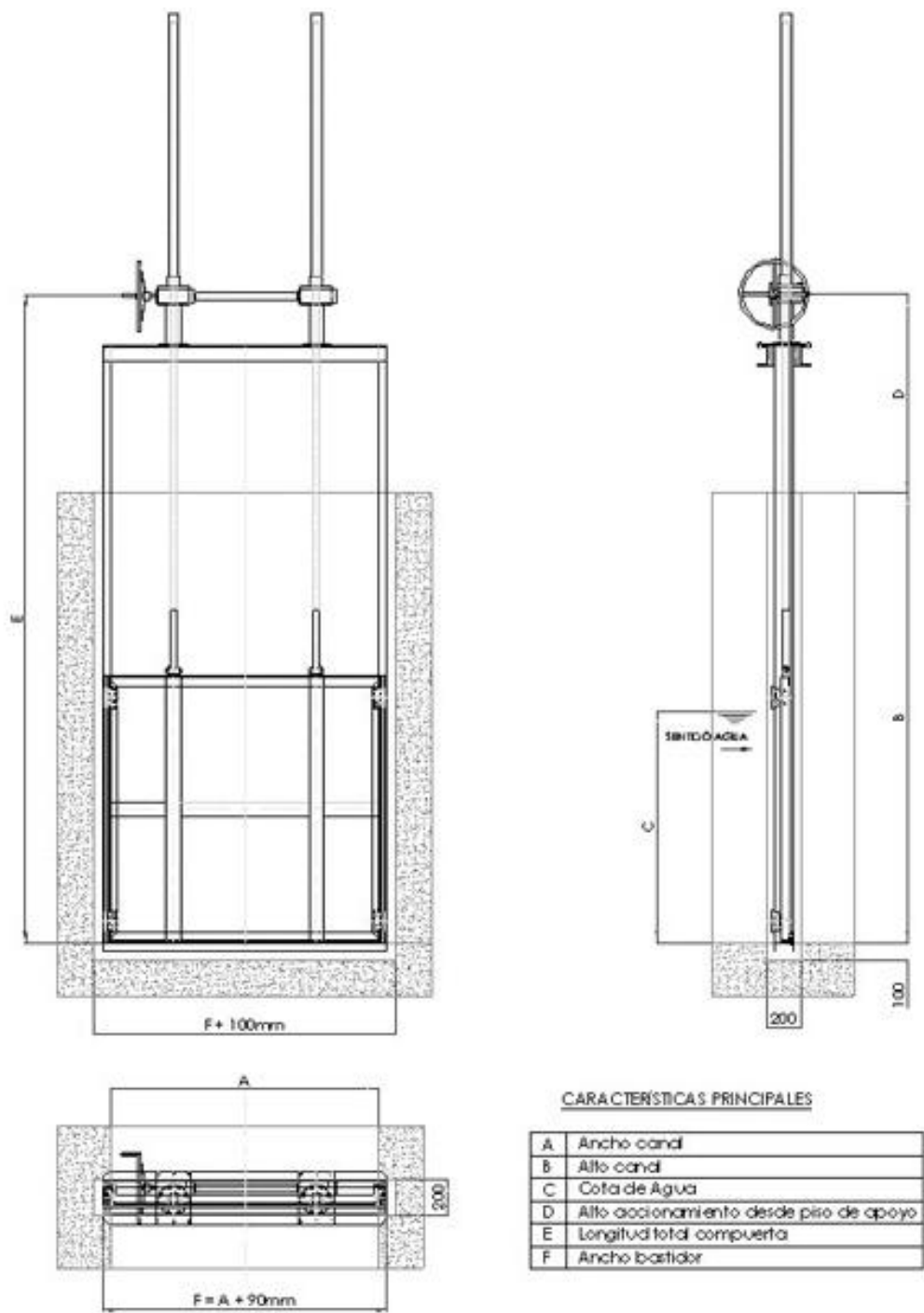
Lleva en su parte superior una zona mecanizada para acoplar el soporte del volante. El montaje de dos husillos se efectúa a partir de ancho de compuerta superior a 1200mm.

La tuerca se fabrica con material de bronce para el accionamiento del husillo. Estas irán alojadas en la parte superior del tablero o del puente (columna) dependiendo del procedimiento de husillo es decir ascendente o fijo.

El volante está construido en fundición, en el irá alojado un soporte con rodamiento que mejora su maniobrabilidad.

Reenvíos.- Son cajas herméticas donde se alojan un conjunto de engranajes de piñón y corona cónicos, rodamientos árboles, etc. Que convienen el movimiento vertical en horizontal. Se montan en las compuertas de doble husillo, dependiendo del esfuerzo necesario de maniobra. La relación piñón corona será de 1:2 para reducir el par necesario en la punta de maniobra.

- Datos técnicos:



9.2- Cuchara bivalva electrohidráulica Serie CP.

- Características generales:

Valvas.- Dos de diseño especial y gran robustez, construidas con chapas electrosoldadas en acero al carbono calidad A/42-b, provistas con cartelas rigilizadoras en el interior.

Anfibia.- El cuerpo y la estructura están contruidos en chapa de acero laminado, soldados eléctricamente. Contiene en su interior el depósito de almacenamiento de aceite, motor eléctrico, todos los componentes y válvulas.

En la parte superior esta mecanizado el alojamiento de la junta torica y va cubierta con una tapa en la cual se instala un sistema prensaestopa que garantiza la sujeción del cable eléctrico y la total estanqueidad. La cuchara es sumergible hasta 25 mts de profundidad.

Autoprensora.- El accionamiento será electrohidráulico por mediación de cilindros hidráulicos en posición inclinada que actúan exteriormente sobre las valvas, ejerciendo una acción prensora sobre el material contenido en el interior de las valvas.

Motor eléctrico.- 1.500 r.p.m., 220/380 V, 50Hz, protección lp-55, aislamiento clase F. (Siemens o similar).

Cilindros hidráulico.- Dos especiales de diseño reforzado, doble efecto, amortiguación trasera, sumergibles, vástagos rectificadlos y cromados.

Presión máxima.- 150 Bars.

Maniobra cierre-apertura.- Por mediación de electroválvula, doble imán 24V, Dc 4 vías, 3 posiciones, centro By-pass.

Aceite hidráulico.- Incluido Hydraulic 225, o similar.

Filtro aspiración.- 90 micras.

Deposito de aceite.- Provisto con filtro de aire de 40 micras, tapón de llenado, indicador de nivel y elementos magnéticos para retención de posos y partículas magnéticas.

Tratamiento superficial.- Chorreado de arena grado Sa 2 1/2, dos capas de brea epoxy 125 micras cada una, y una capa de acabado dos componentes hempel 125 micras. (Según oferta).

Posición de trabajo.- Vertical, con una inclinación máxima de 45°.

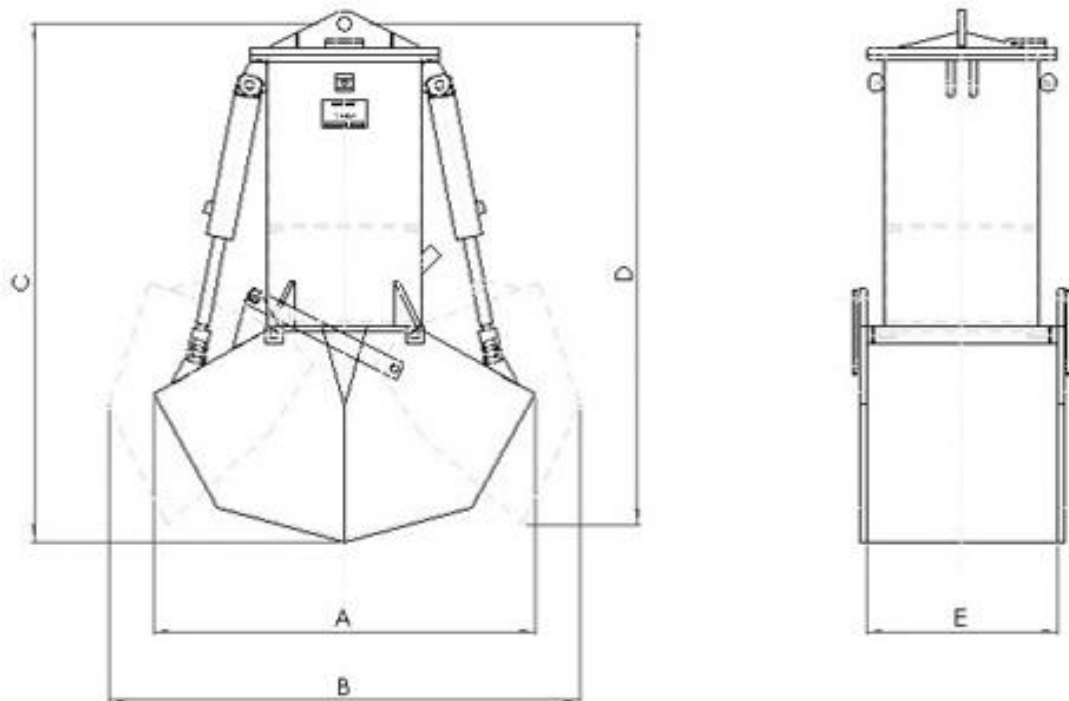
Orificios de escurrido.- Se practican unos orificios rasgados en la parte media-inferior de las tres valvas, los cuales facilitan un rápido desalojo del agua contenida en el interior de la cuchara, antes de verter el material donde corresponda.

Peine.- Construido en acero de alta resistencia adosado a una valva para efectuar la limpieza de la reja manual de sólidos. (Opcional)

Bomba hidráulica.- Alta presión engranajes.

Pruebas y ensayos.- Funcionamiento en vacío durante 48 horas ininterrumpidas antes de la expedición, control dimensional, presión fugas y temperatura.

- Datos técnicos:



TIPO	CAPACIDAD (Litros)	MOTOR (Kw)	PRESIÓN (Bar)	PESO (Kg)	DIMENSIONES (mm)				
					A	B	C	D	E
CP-100	100	1.1	120	450	870	1080	1175	1136	438
CP-150	150	1.5	100	550	956	1250	1275	1162	500
CP-300	300	2.2	100	610	1220	1580	1545	1438	620
CP-500	500	3	120	630	1520	2000	2020	1833	766
CP-600	600	4	100	670	1520	2000	2080	1920	800
CP-900	900	5	100	925	1720	2250	2340	2160	900
CP-1200	1200	7.5	100	1250	1920	2500	2600	2400	1000
CP-1500	1500	7.5	100	1350	2060	2680	2800	2580	1080
CP-1800	1800	10	100	1675	2200	2750	3000	2760	1160

9.3- Reja Manual Serie DM-11.

- Características generales:

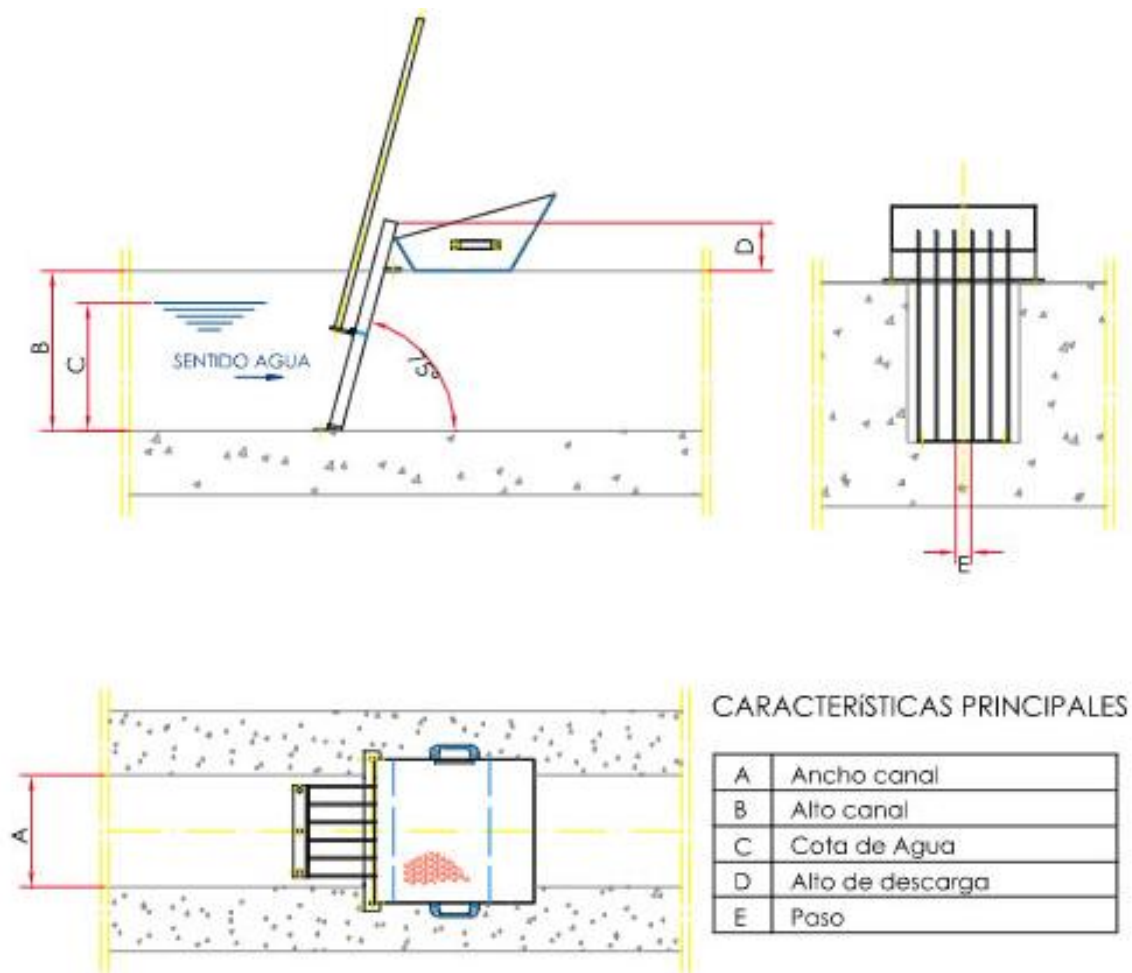
Rejilla. - Construcción en perfil rectangular, unidos en la parte superior e inferior por cada lado para anclaje, se incorporan unos pasamanos horizontales para implantación a obra, en la parte inferior se incorporan una chapa doblada la cual se ajusta con facilidad a las medidas necesarias.

(Rejillas opcionales perfil triangular y perforado)

Cestón recogida sólidos.- Construcción en conjunto en acero inoxidable calidad Aisi 304 o 316, fondo perforado, manetas incorporadas para su manipulación.

Rastrillo manual.- Mango tubular de 1.200 mm de longitud (estándar), construcción en acero inoxidable calidad Aisi 304 o 316. (Ancho estándar 300 mm).

- Datos técnicos:



9.4- Tambor rotativo Serie RMS.

El tambor rotativo es una máquina destinada a la filtración o tamizado de líquidos en general, con luces de cortes de 0,10 a 3 mm en las ejecuciones estándar, con el objeto de realizar una separación sólido-líquido.

Por su concepción se trata de un dispositivo de funcionamiento autolimpiante, capaz de operar durante largos periodos de tiempo sin necesidad de atención.

- Aplicaciones comunes:

- Industrias de bebidas, destilerías, bodegas de vino, cervecerías, fábricas de cítricos, fábricas de malta.
- Alimentación: Queserías, lecherías, conservas, remolacha de azúcar.
- Mataderos: Cerdos, vacas, aves.
- Aguas residuales: Estaciones depuradoras en distintos procesos tanto de aguas de llegada como tratamiento de fangos.
- Tratamiento de aguas usadas e industriales.
- Aguas negras: Pozos, minería, limpieza de carbón.
- Criba de: Productos químicos, sales, granulados de plástico, aguas de industria papelera, fibras.
- Operaciones de reciclaje: Aguas residuales de pinturas, limpieza de aceites y disolventes, fabricas de tintes.
- Varios: Elaboración de pescado y carnes, fabricas de sal muera, curtidos, etc.

- Características generales:

Cilindro filtrante.- Ejecutado íntegramente en acero inoxidable calidad Aisi 304 o 316, este cilindro se construye con maquinaria especial, por enrollamiento helicoidal de un perfil de sección triangular sobre una serie de barras de soporte que siguen las líneas generatrices del cilindro. Todos y cada uno de los puntos de cruce entre el enrollado helicoidal y las barras de soporte van soldados, dando al conjunto una elevada rigidez y resistencia la separación entre espiras (luz de paso) del enrollado helicoidal, se regula durante su construcción, a fin de obtener la luz de rendija deseada.

Carcasa.- En fuerte construcción mecano soldada de acero inoxidable calidad Aisi 304 o 316, provista de caja de distribución del líquido a filtrar, conexiones de entrada y salida, patas de anclaje, elementos de estanqueidad, etc.

Sistema de eliminación residuos.- Se efectúa por mediación de una rasqueta expulsora que roza constantemente con el cilindro filtrante, arrancando los residuos adheridos a la malla, los cuales por medio de una chapa de descarga, se recogen en un contenedor, sinfín, etc. La construcción de este vendrá a ser de Latón.

Cepillo rotatorio.- Para el desprendimiento de los sólidos retenidos sobre la superficie del tambor filtrante. (En aplicaciones especiales).

Accionamiento.- Por mediación de un grupo reductor de tornillo sinfín ampliamente dimensionado, amarrado mediante brida sobre una pared lateral de la carcasa, protección estándar mínima Ip-55, aislamiento clase F.

- Datos técnicos:

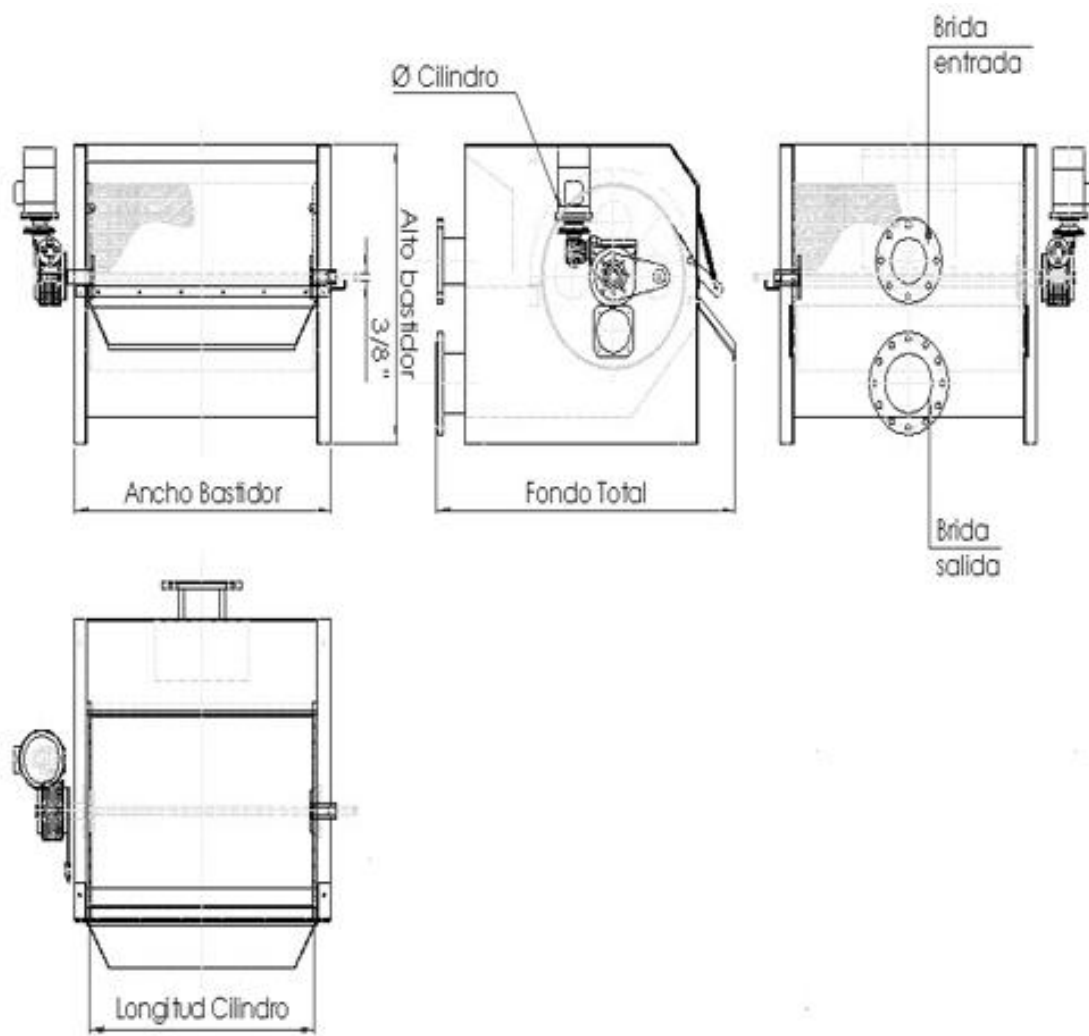
Nº SERIE	MODELO	Ø CILINDRO (mm)	LONGITUD CILINDRO (mm)	POTENCIA MOTOR (Kw)	PESO EN VACÍO (Kg)	ANCHO BASTIDOR (mm)	FONDO TOTAL (mm)	ALTO BASTIDOR (mm)	* BRIDA ENTRADA (mm)	* BRIDA SALIDA (mm)
SERIE 1	RMS 3050	400	300	0.12	80	380	930	705	100	125
	RMS 4050	400	500	0.25	110	580	930	705	150	200
	RMS 4080	400	800	0.25	160	870	930	705	150	200
	RMS 4090	400	900	0.25	190	970	930	705	150	200

Nº SERIE	MODELO	Ø CILINDRO (mm)	LONGITUD CILINDRO (mm)	POTENCIA MOTOR (Kw)	PESO EN VACÍO (Kg)	ANCHO BASTIDOR (mm)	FONDO TOTAL (mm)	ALTO BASTIDOR (mm)	* BRIDA ENTRADA (mm)	* BRIDA SALIDA (mm)
SERIE 2	RMS 610.46	630	470	0.55	260	610	1290	1000	200	250
	RMS 610.96	630	970	0.55	300	1110	1290	1000	250	300
	RMS 900.146	630	1470	0.55	340	1580	1330	1000	300	350
	RMS 900.196	630	1970	0.55	400	2080	1330	1000	350	400
SERIE 3	RMS 1200.146	915	1470	1.1	1100	1620	1920	1350	400	450
	RMS 1200.196	915	1970	1.1	1250	2120	1920	1350	450	450
	RMS 1200.246	915	2470	1.5	1400	2620	1920	1350	2 x 350	Libre
	RMS 1200.296	915	2970	1.5	1550	3120	1920	1350	2 x 400	Libre

CAPACIDADES

(DE PAÑO DE AGUA, EN m³/h)

		LUZ (mm)								
		0.15	0.25	0.5	0.75	1	1.5	2	2.5	3
SERIE 1	MODELO									
	RMS 3050	8	13	22	29	32	40	47	52	55
	RMS 4050	19	30	53	71	77	98	113	125	135
	RMS 4080	31	49	86	115	124	158	183	202	217
SERIE 2	RMS 4090	38	57	95	125	150	190	190	190	190
	RMS 610.46	33	51	90	120	130	166	192	212	228
	RMS 610.96	68	107	188	251	271	345	400	442	475
	RMS 900.146	104	163	286	382	413	525	608	672	722
SERIE 3	RMS 900.196	139	219	384	513	554	705	817	902	970
	RMS 1200.146	151	237	410	554	599	762	883	975	1048
	RMS 1200.196	202	318	557	744	804	1023	1185	1309	1407
	RMS 1200.246	254	399	699	934	1009	1284	1487	1643	1717
	RMS 1200.296	303	477	836	1116	1206	1535	1777	1963	2110



9.5- Clasificador de arenas hidráulico Serie CA-014.

Especialmente diseñado para la extracción de arenas procedentes de un recinto de desarenado.

Consta a priori de un juego de rastrillos de barrido de movimiento alternativo accionados hidráulicamente e instalados en un tanque rectangular con el fondo del mismo en pendiente.

La alimentación del clasificador es continua, distribuyéndose el fluido a lo ancho del mismo hasta una determinada altura en cuyo punto existe un rebose.

El movimiento alternativo de los rastrillos agita ligeramente el líquido contenido en el tanque, de tal forma que esta agitación separa sólidos de poco volumen y bajo peso específico de las arenas o sólidos más pesados que permanecen sobre el fondo.

Los sólidos ligeros, generalmente de carácter orgánico, son evacuados por el rebose reciclándose nuevamente al proceso, las arenas por su parte son arrastradas en su movimiento alternativo hacia el punto alto del canal por los rastrillos, los cuales efectúan la descarga de las mismas, ya lavadas para la supresión de los posibles olores en las arenas.

Los sólidos descargados del clasificador son manipulados fácilmente por medios mecánicos para su retirada y eliminación.

- Características generales:

Bastidor.- Construido totalmente en acero inoxidable calidad Aisi 304 o 316, diseño rectangular alta resistencia, refuerzos incorporados, puntos de giro encasquillados en teflón o nylon.

Tapa protectora.- Ubicada en la parte superior del equipo, como función de protección de los pistones hidráulicos y mecanismos adicionales, de práctico y recomendable aplicación en instalaciones a la intemperie, construcción en acero inoxidable calidad Aisi 304 o 316.

Elementos de transmisión de movimiento.- Bielas y excéntricas en construcción soldada de acero inoxidable calidad Aisi 304 o 316, casquillos en teflón o nylon en los puntos de giro, ejes en acero inoxidable calidad Aisi 304 o 316.

Mecanismo de accionamiento bancada.- Los cilindros y ruedas de Nylon en construcción soldada y reforzada en acero inoxidable calidad Aisi 304 o 316.

Rastrillos.- Soldados en la parte inferior de la estructura, transversalmente situados en la misma y espaciados igualmente a lo largo del eje longitudinal de aquella, construcción en completo en acero inoxidable calidad Aisi 304 o 316.

Accionamiento.- El mecanismo es accionado por un grupo hidráulico con cilindros de doble efecto que transmiten el movimiento a los rastrillos.

Protección.- El sistema irá protegido contra exceso de tensión, en todos sus movimientos mediante limitadores hidráulicos.

Pupitre de maniobra.- Diseño estándar, tipo Himel o Rital, dimensiones acordes con proyecto, en el interior del mismo, se encuentra protegido el grupo hidráulico de accionamiento del equipo, la protección de dicho cuadro vendrá a ser IP-55, como mínimo.

Cuba metálica compacta.- Como aplicación opcional, construcción en conjunto acero inoxidable calidad Aisi 304 o 316.

- Datos técnicos:

MODELO	COTA A ANCHO (mm)	COTA B LARGO (mm)	COTA C ALTO DESCARGA (mm)	COTA D INCLINACIÓN	POTENCIA MOTOREDUCTOR (Kw)	CAUDAL m ³ /h	PESO EN VACÍO Kg
Ca-014.a.300	300	4700	1450	19°	1.50	40	1300
Ca-014.a.400	400	6200	1450	14°	1.50	60	1600
Ca-014.a.500	500	7200	1450	12°	1.50	80	1700
Ca-014.c.600	600	8200	1450	10°	2.20	100	2000
Ca-014.c.700	700	8700	1450	10°	2.20	130	2100
Ca-014.c.800	800	9200	1450	9°	2.20	150	2300

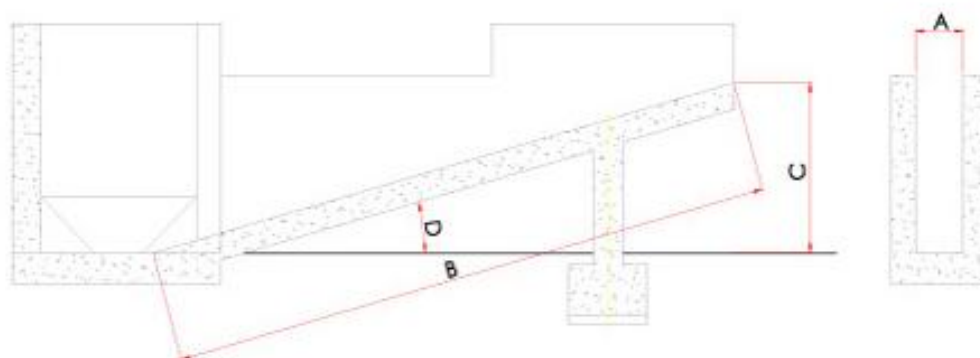
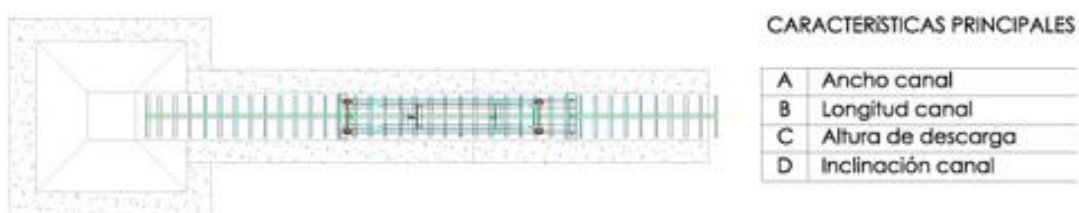
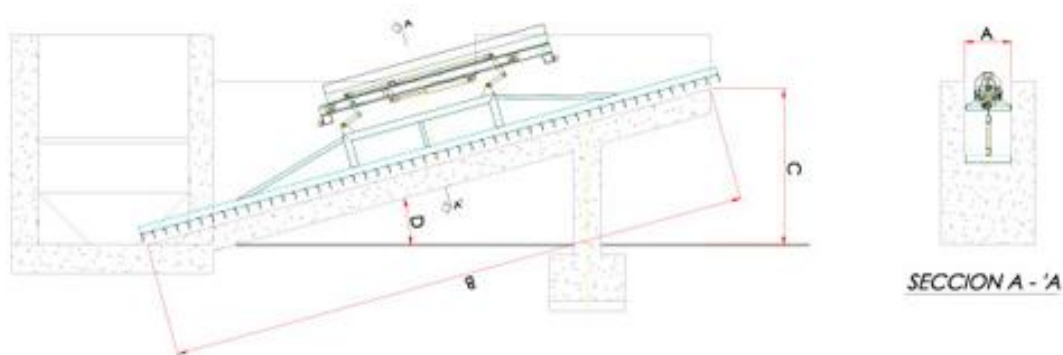
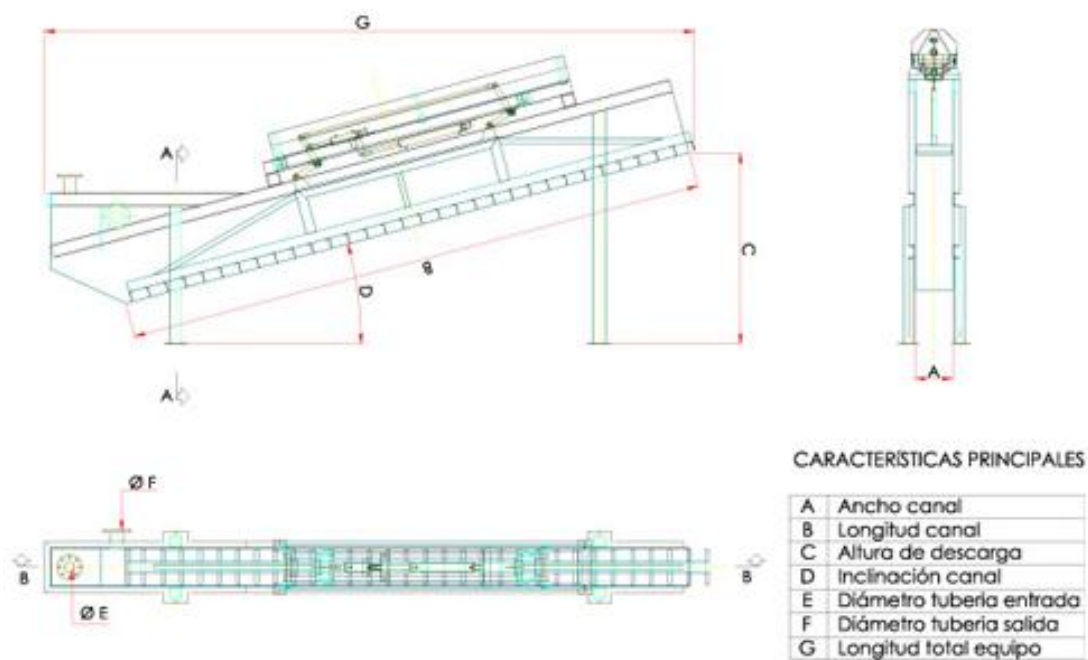
Caudales y dimensiones estándar para otros caudales o dimensiones rogamos nos consulten.

Equipo provisto con tapas de protección superior según norma CEE máquinas.

MODELO	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	ALTO DESCARGA (mm)	POTENCIA REDUCTOR PRINCIPAL Kw	DN ENTRADA (mm)	DN SALIDA (mm)	BRIDAS	CAUDAL m ³ /h	PESO EN CARGA Kg	PESO EN VACÍO Kg
Ca-014.c.300	300	4500	1450	1.50	125	150	PN-10	40	2250	1500
Ca-014.c.400	400	6000	1450	1.50	150	175	PN-10	60	2700	1800
Ca-014.c.500	500	7000	1450	1.50	175	200	PN-10	80	3000	2000
Ca-014.c.600	600	8000	1450	2.20	200	225	PN-10	100	3450	2300
Ca-014.c.700	700	8500	1450	2.20	225	250	PN-10	130	3750	2500
Ca-014.c.800	800	9000	1450	2.20	225	250	PN-10	150	4050	2700

Caudales y dimensiones estándar para otros caudales o dimensiones rogamos nos consulten.

Equipo provisto con tapas de protección superior según norma CEE máquinas.



9.6- Concentrador desnatador Serie CD-015.

Especialmente diseñado para la eliminación de grasas y flotantes que se hallan en la superficie del agua.

Dicho tratamiento se recomienda, y a veces, se impone, a numerosas empresas artesanas, restaurantes, colectividades, etc. Se fabrican separadores de grasa (o cajas de grasa), normalizados, para caudales de 20 a 30 lts/seg., también de correcta aplicación en tratamientos fecales (E.D.A.R.).

Estos equipos se calculan para un tiempo de retención de 3 a 5 minutos y una velocidad ascensional de 15 mts/hora aproximadamente.

Es indispensable efectuar una limpieza de forma regular, la temperatura del agua debe de ser inferior a 30 °C a la salida del recinto.

Estos equipos están concebidos de tal forma que se evite, en la medida de lo posible, la sedimentación de materias pesadas, sin embargo, puede disponerse, a su entrada, un depósito de sedimentación de las materias más gruesas, de fácil limpieza, con un tiempo de retención del orden de 1 a 3 minutos.

- Descripción y características:

Bastidor.- Tipo monoblock, construido con perfiles de acero inoxidable (o acero al carbono) formado por dos estructuras laterales, las cuales soportan los elementos de traslación. Unas vigas transversales completan la estructura.

Unidas a este se incorporan unos soportes verticales los cuales sujetan y fijan los patines guía de la cadena conductora de las palas barredores de flotantes, la construcción viene a ser en acero inoxidable.

Rascador de limpieza.- Rasqueta de nylon montada sobre perfil metálico, que a su vez va soportada por dos brazos articulados. Construida en acero inoxidable.

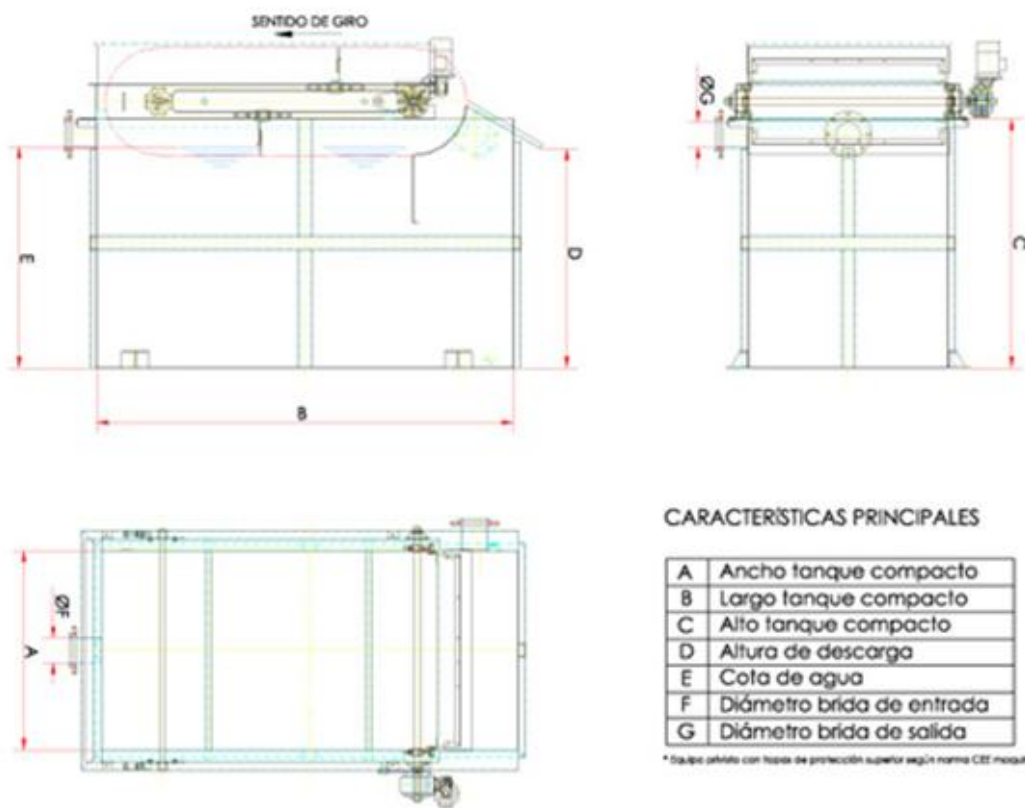
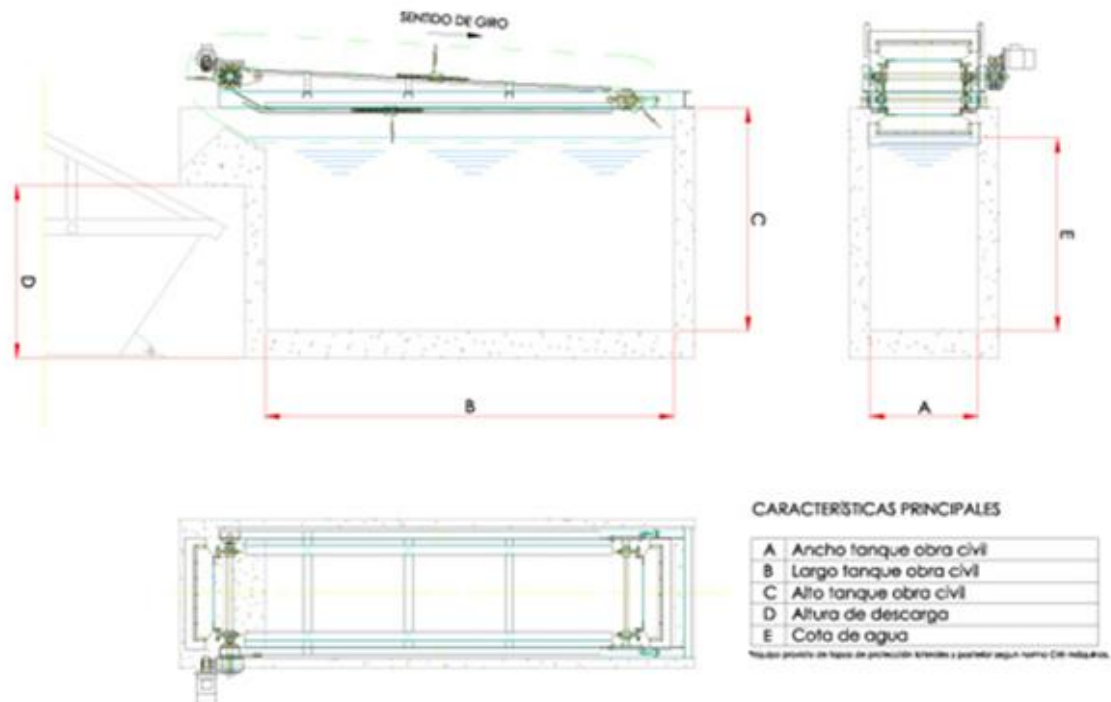
Rampa de descarga.- De construcción robusta y de fácil anclaje a la obra civil, lleva incorporados unos refuerzos en el dorso de la misma, con la finalidad de garantizar una correcta evacuación de flotantes, construcción en acero inoxidable.

Cadena y piñones accionamiento.- Tipo cardánicos, de construcción antioxidante y gran capacidad de carga.

Equipo motriz.- Compuesto por un grupo motorreductor. Un eje motriz, acciona un conjunto de piñones, los cuales engranan con las cadenas transportadoras laterales, donde se sujetan las rasquetas.

Rasquetas superficiales.- Rasquetas construidas en chapa de acero inoxidable, en las cuales se hallan montados unos perfiles de neopreno regulables, para una perfecta adaptación a los laterales del recinto y a la rampa de vertido.

- Datos técnicos:



MODELO	CAUDAL (m³/h)	* BRIDA ENTRADA (mm)	* BRIDA SALIDA (mm)	* BRIDA REBOSE (mm)	MEDIDAS CUBA			ALTO DESCARGA (Kg)	POTENCIA REDUCTOR (Kw)
					ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO (mm)		
Cd-015.c	12	100	125	PN-10	600	1300	1400	1350	0.18
Cd-015.c.1	15	100	125	PN-10	700	1300	1400	1350	0.18
Cd-015.c.2	20	100	125	PN-10	900	1300	1600	1350	0.25
Cd-015.c.3	25	100	125	PN-10	1200	1300	1600	1350	0.25
Cd-015.c.4	30	100	125	PN-10	1200	1300	2000	1350	0.25
Cd-015.c.5	40	150	175	PN-10	1500	1300	2000	1350	0.25
Cd-015.c.6	50	150	175	PN-10	1600	1300	3000	1350	0.37
Cd-015.c.7	60	150	175	PN-10	2000	1300	3000	1350	0.37

*Variable según las peticiones del cliente

-Tabla válida para los equipos con cuba.

-Caudales y dimensiones estándar, para otros caudales o dimensiones rogamos nos consulten.

-Equipo provisto con tapas de protección superior según norma CEE maquinas

10- BIBLIOGRAFÍA

- Isla de Juana, Ricardo (2005) “Proyectos de plantas de tratamiento de aguas: aguas de proceso, residuales y de refrigeración”, Bellisco Ediciones, Madrid, edición 1.
- Hernández Muñoz, Aurelio (1995) “Manual de depuración uralita: sistemas para depuración de aguas residuales en núcleos de hasta 20000 habitantes”, Editorial Uralita Productos y Servicios: Paraninfo, Madrid, edición 1.
- Apuntes de la asignatura Tecnología Ambiental, Curso de Adaptación al Grado en Ingeniería Técnica Industrial especialidad Electricidad.
- DESARROLLO URBANÍSTICO DEL “ÁREA DE ACTIVIDADES CANAL DE CASTILLA” EN CABEZÓN, CIGALES Y CORCOS. (VALLADOLID) PROYECTO DE URBANIZACIÓN
http://www.jcyl.es/junta/cee/canal/ANEJO_12_PROYECTO_ESPECIFICO_EDAR.pdf
- PROYECTO DE LA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES DEL PARQUE DE INNOVACIÓN EMPRESARIAL Y ENERGÍAS RENOVABLES DE SANLÚCAR LA MAYOR (SEVILLA)
www.solandalucia.es/file/87444/
- Red Eléctrica de España http://www.ree.es/operacion/curvas_demanda.asp
- Tratamiento de Aguas y Sólidos – Estruagua www.STRUAGUA.es
- Precios de Edificación y Obra Civil en España www.preoc.es